第四章　インテリジェント機能を有した未来型ライブラリサービス

１．技術開発の目的

１．１　技術開発の背景

図書館における情報化の歴史は、図書館が保有する書籍情報を管理するデータベース及びその検索システムの発展が主流であった。情報化にあたって必要な、物理的な個々の書籍の管理については、現在バーコードの利用が広く普及しており、書籍登録や検索作業の効率化に寄与しているものの、図書館業務の改善に劇的な効果をもたらすまでには至っていない。

最近では、IC タグの技術面／コスト面での普及の条件が整ってきたことにより、これを書籍に貼付して図書管理を行う事例も出てきている。ただし、その適用範囲は、貸出／返却時の書籍複数自動読み取りや無断持ち出し防止用など運営者の作業効率化の域を出ておらず、効率向上の効果も限定的なものにとどまっているのが現状である。

図書館運営の面から見ると、現在、最も問題視されているのが、司書たちが膨大な書籍の整理、整頓と蔵書点検に忙殺されているという日常業務の状況である。書籍分類基準（主に日本 10 進分類）に基づいて書籍を分類、整理して書架に収める作業は、専門的な知識と技能に依存しており、極めて労働集約型の作業とならざるを得ない。前述の IC タグを導入した図書館では、ハンディタイプのリーダーで書籍情報を読み取りながら蔵書点検を行う方法によって作業効率の向上を図っている例も見られるが、一冊づつ書籍の現物を確認しながら作業を行う構造は変わっておらず、本質的な問題の解決とはなっていない。

図書館の本来の役割は、知識としての書籍の管理であり、学習、調査、研究といった図書館利用者の知的活動の支援である。しかし現状では、特に開架式図書館において顕著なように、利用が活発であればあるほど、物品としての書籍の整理整頓に追われるという矛盾した状況が見られる。図書館司書をはじめ、運営に携わる人々の定常業務を効率化し、利用者の「知の活性化」を促進するサービスの実現が求められている。

１．２　技術開発の目的

未来型ライブラリサービスにおいては、未来型の図書館のあり方として、従来の知識収集目的の図書館から知識創造と知的活動を活性化させる図書館への転換を提案し、新しい社会インフラとして知的生産性向上に寄与するシステムの実現を目指している。

具体的には、図書館内において、書架に置かれた書籍の位置管理を自動的に行う仕組みを構築することにより、書籍整理、蔵書点検等の作業効率を向上させ、司書がリファレンスや選書といった利用者支援業務に専念できる環境の提供を目的とする。

技術開発のポイントとなるのが、書籍の位置管理システムである。

未来型ライブラリサービスでは、個々の書籍に IC チップを内蔵した RFID タグ（Radio Frequency IDentification、非接触でデータの読み出しおよび書き換えが可能なタグ）を貼付し、書籍棚型アンテナシステムによって書籍タグを検出することで、書籍の位置管理を実

現する。書籍管理に最適なタグおよびアンテナ仕様の設計と、実用に耐えうる性能（タグ検出速度、検出率、検出範囲等）の実現が、今回の技術開発上の主要な目標である。

１．３　技術開発の効果

技術開発の直接的な効果としては、書籍の位置管理が自動化されることによる、書籍管理の効率の飛躍的な向上がある。図書館の規模にもよるが、従来数日～数週間かかっていた蔵書点検業務を数分で終了させることができ、図書館運営者の生産性向上が見込まれる。

また、書籍の位置を把握することによって、図書館の利用者側も、あるべき場所に置かれていない書籍を探して歩くことが少なくなり、また返却の際にも返却場所を特に意識せずにすむ、ストレスフリーな利用環境が実現される。

さらに、図書館システム自身が自律的に書籍を管理することで、効率改善の効果だけでなく、将来的には、自由で能動的な図書館利用スタイルの形成や、書籍（＝知識）の方から積極的に利用者に働きかける図書館の実現などが期待できる。

２．技術開発の概要

２．１　技術開発の全体像

今回開発したシステムの全体構成を図２．１－１に示す。

システムは大きく

（１）未来型ライブラリサービスの基盤となる書籍の位置管理機能

（２）書籍位置管理機能を組み込んだ図書館運営システム

から構成される。

書籍位置管理機能の技術開発の内容としては、１）書籍に貼付された RFID タグを検出する書籍棚アンテナシステムの開発と、２）書籍棚アンテナを制御して図書館内の書籍の位置検出・管理を行う書籍位置情報管理システムの開発とがある。これらの開発内容の詳細については「３．技術開発の内容」において説明する。

書籍位置の管理だけでは図書館として機能しないため、書籍位置情報管理機能を組み込んだ図書館運営システムの開発が必要である。従来からある図書館システムの機能に加え、書籍情報の検索時に検出した書籍位置情報の提供や、書籍登録時に当該書籍を管理する RFID タグへの情報書き込み、RFID タグを使用した持出／返却処理等の機能を開発する。また、実証実験のフィールドとなる六本木ヒルズでは、共通サービス基盤である統合管理プラットフォーム上で IC カードによる個人認証基盤が提供されており、図書館システムにおいてもこれを使用した利用者認証を行う。図書館運営システムの開発内容については、「５．ソフトウェア開発の概要」で説明する。

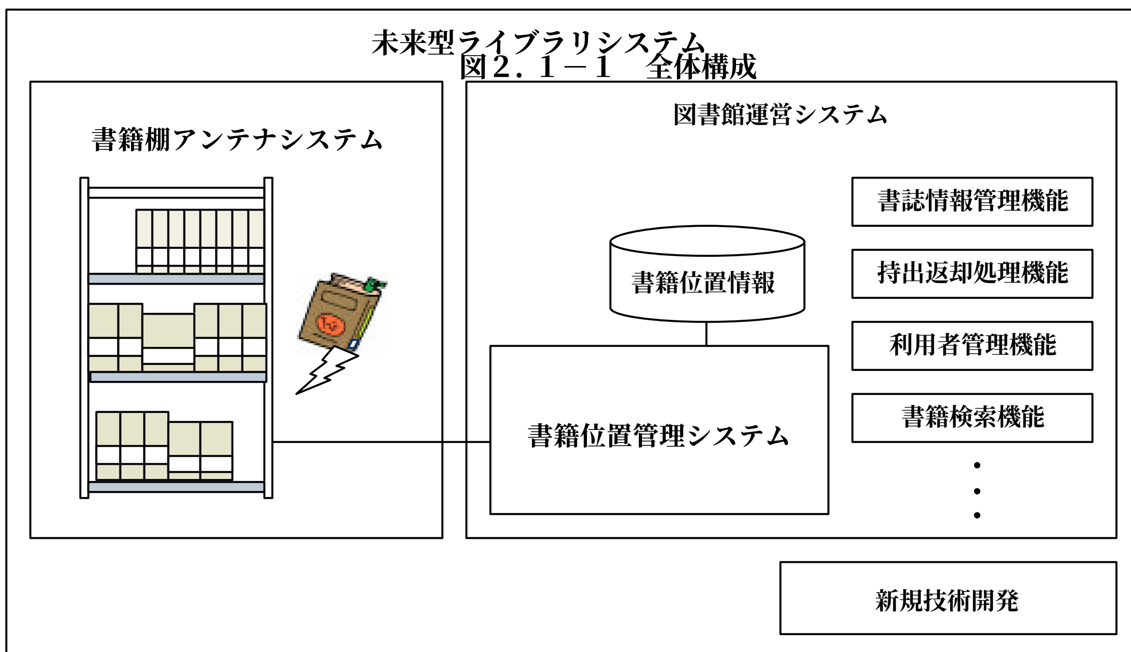


図２．１－１　全体構成

２．２　技術開発項目の一覧と、相互の関係

技術開発項目の一覧を以下に示す。システム相互の関係については図２．２－１参照。

（１）書籍棚アンテナシステム

RFID タグを検出するループアンテナを配置した書籍棚アンテナを開発する。書籍の位置管理および図書館内での利用を実現するために、以下の技術開発を行った。

① 書籍に貼付した RFID タグが検出可能な書籍棚アンテナ仕様
書棚の棚板上にアンテナをレイアウトする位置、ループサイズ、アンテナ太さ等の設計。

② 図書館の書棚へのアンテナ実装方法
アカデミーヒルズのライブラリ書棚への設置を想定した、外付け型アンテナの実装方法、アンテナ材質、リーダラライタ接続形態等の設計。

③ 書棚間の干渉防止方法
書籍棚アンテナに設置する電波干渉防止用シールドの材質の選定および設置位置、設置方法の設計。

④ 書籍管理に適したタグ仕様
タグサイズおよび書籍への貼付方法の設計。

（２）書籍位置管理システム

書籍棚アンテナシステムを制御して、書籍の位置情報の収集および管理を行う書籍位置管理システムの開発を行った。目標性能の実現と、図書館運営システムからの利用を可能にするため、以下の新規技術開発を行った。

① 書籍棚アンテナシステム制御による配架位置監視機能
② 書籍タグ検出結果に基づく書籍位置情報管理機能
③ 処理レスポンスの性能向上

（３）図書館運営システム

以下の機能を持つ図書館運営システムの開発を行った。①～⑤の機能の基本部分は既存技術で実現し、書籍位置管理システムとの接続、および RFID タグによる書籍管理の図書館業務への取り込みを実現するための、機能間連携処理について新規開発を行った。

① 書籍情報登録時の RFID タグ印字／書き込み処理機能
② IC カードによる図書館利用者の登録、管理、認証機能
③ RFID タグ利用による書籍の持出／返却処理機能
④ 書籍情報検索時の書籍位置表示機能
⑤ その他、書籍情報管理、図書館利用者管理、図書館利用状況管理機能等

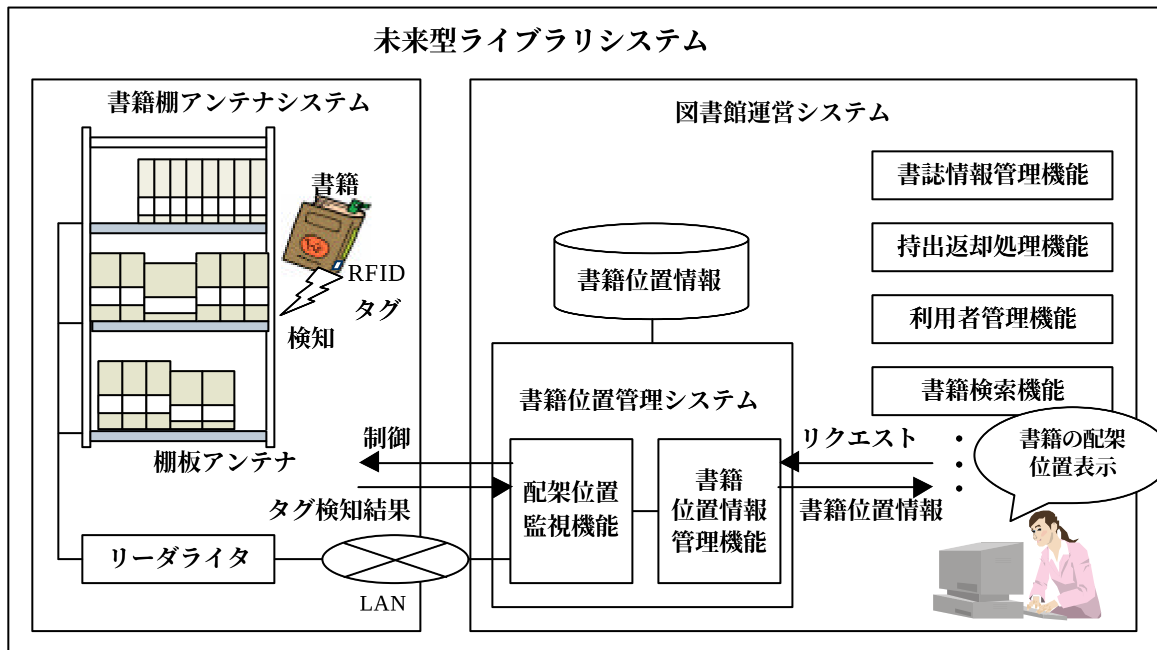


図２．２－１　システム相互の関係

２．３　技術開発項目の概要

（１）　書籍棚アンテナシステム

未来型ライブラリでは、書棚の各段の棚板にアンテナを設置して、それぞれの棚板上に配架されている書籍の検知を行う方式をとる。アンテナに電力を供給して RFID タグの読み取りを行う処理はリーダーライタが行う。リーダライタには、アンテナ切り替え装置を介して複数のアンテナを接続する。

① 書籍に貼付した RFID タグが検出可能な書籍棚アンテナ仕様

さまざまなサイズの書籍に対応可能なタグ検出範囲を持ち、同時に１段 40 冊程度の処理が可能なアンテナの形状、材質等の設計を行った。

② 図書館の書棚へのアンテナ実装方法

既設の書棚への設置を想定したフィルム型アンテナの開発を行った。

③ 書棚間の干渉防止方法

多くの書棚が隣接して配置される図書館の特性に配慮し、前後左右の書棚間、また同じ書棚の上下棚間のアンテナの干渉防止方法の開発を行った。

④ 書籍管理に適したタグ仕様

さまざまな書籍に貼付可能であり、かつ実用的な認識性能を実現するタグ仕様の設計を行った。

（２）　書籍位置管理システム

書籍位置管理システムは、定期的に書籍棚アンテナシステムを制御して、各書棚に配架されている書籍の情報を収集し、DB に蓄積する。また、図書館運営システムからのリクエストに応じて、DB で管理している書籍の位置情報の提供を行う。

① 配架位置監視機能

書籍棚アンテナシステムを制御して、各書棚の棚板アンテナが検知した書籍の RFID タグ情報を収集、蓄積する機能の開発を行った。

② 書籍位置情報管理機能

棚板アンテナと物理的な書棚の配置との対応情報を持ち、検出した書籍がどの書架の何段目に配架されているかを管理する機能、および図書館運営システムからのリクエストに応じて、書籍の配架位置を回答する機能の開発を行った。書籍位置情報の提供方法としては、特定書籍の配架位置を返す場合（書籍情報の検索時）や、指定書架上の全書籍に関する情報を返す場合（蔵書点検時）などがある。

③ 処理レスポンスの性能向上

未来型ライブラリサービスでは、利用者が書籍情報検索を行ったときに書籍配架位置を表示する機能を提供する。このような想定の元での、実用的な応答性能を実現するための処理方式を開発した。

（3） 図書館運営システム

以上の書籍位置管理機能を組み込んで、図書館運営者に対する図書管理機能の提供および利用者へのサービス提供を行う、図書館運営システムの開発を行った。

主な機能を以下に示す。

① 書籍情報登録時の RFID タグ印字／書き込み処理機能

未来型ライブラリに新規に受け入れた書籍について、書誌情報等を書籍管理 DB に登録する際、当該書籍に貼付する RFID タグについて、タグラベルへの印字、タグのチップへの情報書き込み、およびタグの ID 登録の処理を行う機能である。

② IC カードによる図書館利用者の登録、管理、認証機能

六本木ヒルズの個人認証基盤による図書館利用者の登録、管理機能、および IC カード認証によって図書館運営システムのエンドユーザ向け機能を利用できるようにする機能である。

③ RFID タグ利用による書籍の持出／返却処理機能

書籍に貼付された RFID タグを据付型アンテナで読み取り、書籍の図書館からの持出／返却処理を行う機能である。複数書籍の同時処理が可能である。

④ 書籍情報検索時の書籍位置表示機能

書籍情報の検索時に、該当する書籍が、図書館内のどの書棚に配架されているかを表示する機能である。書籍位置表示は、どの書架の何段目という精度で行い、館内マップによるビジュアル表示も可能である。

⑤ その他、書籍情報管理、図書館利用者管理、図書館利用状況管理機能等

以上述べた機能のほか、書籍の書誌情報等の管理、図書館利用者管理、持出／返却等の利用状況管理等の、図書館運営に必要な基本的機能を開発した。

３．技術開発の内容

３．１　書籍棚アンテナシステム

３．１．１　技術開発の前提条件

（１）技術課題

未来型ライブラリのハードウエア面での基盤となる書籍棚アンテナの開発にあたっては、アンテナが設置される書棚、およびそこに収納され管理される書籍の物理的特性から発生するさまざまな課題がある。

検出範囲や検出速度といったアンテナの性能は、検出対象である RFID タグの仕様と密接な関係があり、並行して検討を進める必要がある。また、図書館において書棚および書籍がどのように配置されるか、利用者がどのように図書館を利用するかといった、運営の形態も考慮しなければならない。

以下、書籍棚アンテナおよび書籍タグにおける技術課題を列挙する。

①　書籍に貼付した RFID タグが検出可能な書籍棚アンテナ仕様

ａ）アンテナ形状

RFID タグを利用するためには、タグ内の IC チップの情報を読み書きするアンテナが必要となる。アンテナの仕様は、タグの利用形態、要求される性能、アンテナ設置場所等を考慮し、用途に応じて設計しなければならない。

未来型ライブラリでは、蔵書点検の自動化、書籍の定位置にしばられない利用、さらには書籍からの利用者への働きかけを目標としており、そのためには、書籍の現在地の特定が必要となる。書籍がどの書棚にあるのか、逆にいえば、各書棚にどの書籍が配架されているのかという情報を取得するために、各書棚にアンテナを設置して、書籍の RFID タグの検出を行う。

書棚の各段には 40 冊程度の書籍が置かれており、それらの位置を同時に検出でき、また設置によってライブラリの運営の妨げにならない形状のアンテナが必要となる。

ｂ）タグ検出性能

アンテナ設計を行う上で重要なのがタグの検出性能である。

図書館には様々な種類の書籍が収蔵されており、一つの書棚の上にもいろいろなサイズの書籍が混在して置かれることが予想される。また利用者が書棚の書籍を抜き差しするときに、注意して一定の位置に揃えるということも期待しにくい。したがって、RFID タグを書籍の一定の位置に貼ったとしても、書棚のアンテナと書籍のタグとの位置関係が一定にならない可能性がある。

書籍サイズの混在や利用者の利用方法によって発生する、配架位置のずれの許容範囲をできるだけ大きくとれるよう、アンテナがタグを検出できるエリアがある程度の広さを持つことが必要である。

② 図書館の書棚へのアンテナ実装方法

実証実験フィールドである六本木ヒルズのアカデミーヒルズライブラリは、通常の図書館と異なってコンセプチュアルなデザインがなされており、書棚に関しても例外ではない。具体的には、各書棚はガラス製の棚板をアルミの支持架で支える構造となっており、ここに設置するという前提で、意匠面と性能面の両方をクリアするアンテナ設計を行う必要がある。

③ 書棚間の干渉防止方法

ａ）干渉防止

図書館内では、多くの書棚が隣接して設置されている。

書棚にアンテナを設置する場合、書棚の各段を読み取るアンテナ同士、あるいは前後左右に隣接する書棚のアンテナ同士の電波干渉に対する対策が必要である。

ｂ）電波出力の制限

電波出力の制限はタグの検出性能に関しては影響を及ぼすが、干渉防止にもなる。

また、開架式の図書館では、多くの利用者が書棚を利用する。書籍を探したり内容を見たりするため、利用者は書棚の前に一定時間とどまることになる。そのため、書棚に設置するアンテナに関しては、磁界強度による人間の健康への影響を考慮しなければならない。

④ 書籍管理に適したタグ仕様

個々の書籍を識別、管理するためには、それぞれの書籍に RFID タグを貼付する必要がある。未来型ライブラリでは、書籍の背表紙に添付した RFID タグを、書棚の棚板に設置したアンテナで読み取るという構成で開発を行う方針である。

一般に図書館には様々な書籍が所蔵されており、サイズも一定ではない。例えば書籍の背表紙に貼る場合、タグのサイズは、図書館の所蔵書籍の厚みの平均 1.5cm を上限として、それより幅が細いことが求められる。

RFID タグのサイズと認識可能な距離とはトレードオフの関係にあり、用途に応じた性能とのバランスも勘案する必要がある。また、複数の書籍を一度に処理するためには、輻輳制御が可能であることも必要条件となる。

（２）活用する理論・技術

①　書籍に貼付した RFID タグが検出可能な書籍棚アンテナ仕様

書棚の各棚板にループ状アンテナを設置し、リーダライタに接続する。リーダライタには複数のアンテナを接続し、順番に切り換えてタグの読み取りを行う。（図３．１．１－１）

タグの検出範囲との関係でアンテナ設計上重要な要素として、棚板上にループを形成する位置、アンテナ線の太さ、電波出力等がある。タグのアンテナに起電される電力量の問題から一度に処理できるタグの枚数（＝書籍数）についても考慮する必要がある。

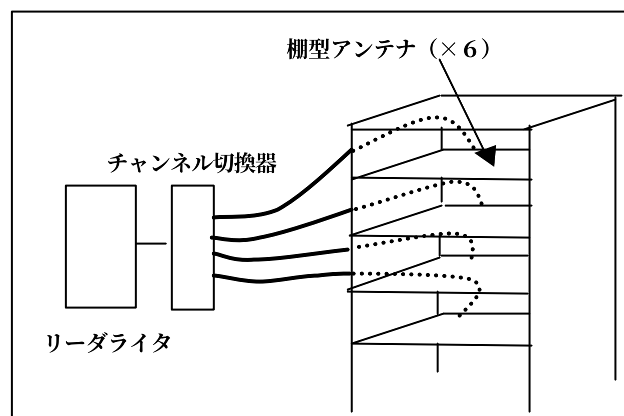


図３．３．１－１　書籍棚アンテナの構成

②　図書館の書棚へのアンテナ実装方法

ガラス製の棚板にアンテナを配置するため、薄い厚みのアンテナをフィルム（ＰＥＴ）に貼り合せた構成を検討する。

③　書棚間の干渉防止方法

電磁波は空間を伝わっていくため、隣接するアンテナ間の干渉を防止するためには、電磁波を遮断するシールドをアンテナ間に配置することや、アンテナ間の距離を離すことで干渉の影響を低減する方法などがある。

④　書籍管理に適したタグ仕様

周波数 13.56MHz の誘導式 RFID タグを使用する。誘導式タグは、自身では電池を持たず、IC チップに接続されたアンテナが、リーダライタ側のアンテナから照射された電磁波によって起電し、チップに電力を供給して情報の読み書きを行えるようにする。（図３．１．１－２）

誘導式タグは電源が不要なため、チップおよびアンテナが物理的に破損しないかぎり使用可能である。反面、IC チップに接続されたアンテナのサイズによって、起電される電力量が変わるので、タグのサイズが検出性能に影響を及ぼす。

また、電磁誘導を起こすためには、リーダライタ側アンテナとタグアンテナの角度が問題となる。棚板にアンテナを設置し、通常書棚に書籍が収められている状態で書籍タグの検出を行う場合、タグアンテナが書籍の背表紙側になければならない。

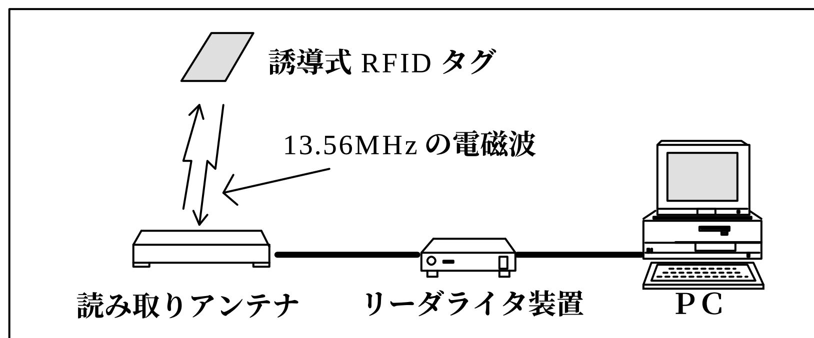


図３．１．１－２　周波数 13.56MHz の誘導式 RFID タグ

（３）現状の到達度（過去の実績）

各課題ごとに、これまでに達成されている範囲と、今回技術開発が求められる内容について記述する。

①　書籍に貼付した RFID タグが検出可能な書籍棚アンテナ仕様

ａ）アンテナ形状

物品管理を目的として棚材質にアンテナを組入れた棚板アンテナを配置し、誘導式非接触 RFID タグと通信するシステムは既に開発されている。また、タグ仕様にも依存するが、輻輳制御に対応したシステムも構築可能である。

しかし、未来型ライブラリで想定しているような利用形態において書籍管理が可能なシステムは実現しておらず、今回新たに技術開発と検証を行う。繰り返しになるが、RFID タグの仕様、利用形態、利用環境、要求される性能等によってリーダライタ側のアンテナ仕様は変わってくる。通常書棚に書籍が収納されている状態で、書籍に貼付されたタグの読み取りが可能であり、かつ検出速度や数量に関する目標性能を満足する、最適な書籍棚アンテナの形状、材質、電力仕様等の設計が必要である。

また、すでに完成している書棚に後から設置可能であり、かつ今回のように意匠面を考慮する必要のある環境への適用（例えばガラスへの設置を想定した透明性のある材質の選択）を考慮したアンテナの実装方法の検討を併せて行う。

ｂ）タグの検出性能

書籍棚アンテナによるタグ検知性能を上げるためには以下の方法がある。

i)　棚板アンテナに供給するリーダライタの電力を上げる。

ii)　棚板アンテナもしくは RFID タグ内のアンテナのサイズを大きくする。

しかし書籍に貼付するタグのサイズには④で述べるような実運用面からの制約がある。また、電波出力のアップについては、棚間の干渉に影響を及ぼすことと、磁界強度による人体への影響の問題があることから、無制限に大きくすることはできない。

今回の技術開発では、主として棚板アンテナの形状を調整することにより、タグ検出性能の向上を図る。単にアンテナサイズを大きくするのではなく、棚板上のループアンテナの設置位置、ループの大きさ、アンテナ線の幅等を総合的に検討し、書籍管理を有効に行えるように棚板上にタグの検知範囲を設定する。

②　図書館の書棚へのアンテナ実装方法

棚板へのアンテナ配置手段としては、板材などの棚板に電線をループ状にしたものを取付けたものが既にある。

しかし、今回は意匠面よりガラス板に設置させる必要があり、また、アンテナの設置位置がガラス板裏側となること、ガラス板強度確保を目的としたアルミレールが存在し、ガラス板とアルミレールの間に配置させることとなるため、薄い形状のアンテナの貼付け方法を検討する必要がある。

③　書棚間の干渉防止方法

ａ）干渉防止

干渉防止策としては、書棚にアンテナを組込む際にアンテナとの間にシールド（鉄板など）を施し、アンテナ周囲からの影響を排除する方法などがある。

ただし、タグの検出性能と干渉の発生は表裏の関係にあるため、実用的な性能を確保しつつ干渉防止が行えるシールド方法を検討する。また、②と同様、デザイン性を考慮する必要がある場合には、透明性のあるシールド材質の選定等を行っていく。

ｂ）電波出力の制限

これまでの電波法規定ではリーダライタの電波出力が１ｗに制限されていたが、2002年 9 月の電波法改訂により、上限の規定がなくなっている。

ただし、①で述べたように無制限に出力を上げることはできないため、従来通り１ｗの出力範囲内で検討を行い、性能向上等は他の方策によって行う。磁界強度の人体への影響に関しては、従来規定の出力で問題無い範囲であることを当社にて確認済みである。

④　書籍管理に適したタグ仕様

RFID タグの利点は非接触で読取りができることにあるが、前項でも述べたように、アンテナサイズが検知距離に影響するため、物品管理の用途で実用化されているのは、ある程度サイズの大きなタグである。現状の図書館に導入されている RFID タグも、情報の読み取りは、手持ち式のアンテナや貸出返却装置用の据え置き型アンテナによって行うことを想定しており、書籍の見返し等に大きなタグを貼付している。

書籍背表紙に貼付できるサイズのタグを使用して、実用的な検出性能を実現することが、書籍棚アンテナシステム開発の目標である。

また書籍タグは、位置検出だけでなく、図書館内での書籍管理全般に使用できることが望ましい。据え置き型アンテナによる貸出返却の一括処理等での検出性能を向上させる方策として、書籍の見返し部分にチップを内蔵しないアンテナのみのタグ（共振タグ）を貼付する。この場合も、書籍サイズ、検出性能等を考慮して、共振タグの仕様を検討する必要がある。

３．１．２　技術開発の内容

（1）　開発内容の説明

以下のような内容を検討項目としてアンテナ開発を行った。

①　書籍に貼付した RFID タグが検出可能な書籍棚アンテナ仕様
- ａ）意匠を考慮し、ガラス棚に貼付可能なアンテナ形状の検討
- ｂ）運用面から必要となる読取り範囲を確保するためのアンテナ形状の検討（アンテナパターン幅の検討）
- ｃ）意匠面、及びアンテナの読取範囲を確保できるアンテナ材質の検討
- ｄ）アルミの支柱架の影響による読取り範囲検討

②　図書館の書棚へのアンテナ実装方法
- ａ）フィルム状アンテナのガラス棚下面への貼付方法の検討

③　書棚間の干渉防止方法
- ａ）意匠を考慮したシールド材の選定
- ｂ）干渉防止用シールド材を使用しないアンテナパターン・アンテナサイズの検討

④　書籍管理に適したタグ仕様
- ａ）実運用に適合したタグ仕様の検討

（2）　書籍に貼付した RFID タグが検出可能な書籍棚アンテナ仕様の開発

①　意匠を考慮し、ガラス棚に貼付可能なアンテナ形状の検討

ガラス棚の透明感を損なわないアンテナを実現するため、以下の検討を行った。

アカデミーヒルズの書棚の棚板部分はガラス板と支柱によって構成されている。これにアンテナを形成する方法として、従来同様線材を用いる方法も考えられるが、ガラス板、支柱への設置方法に柔軟性がないため、今回は、薄い銅箔等を用いてループアンテナを構成することとした。

②　運用面から必要となる読取り範囲を確保するためのアンテナ形状の検討（アンテナパターン幅の検討）

読取り範囲は可能な限り確保することが求められる。書籍の背表紙に貼付けるタグサイズを前提に最大限の読取り範囲を確保できるアンテナ形状を検討する。

また、①の結果から設置に対して柔軟性の高いフィルム状アンテナについて検討する。

a）検討方法

タグは書籍の背表紙に貼られており、読み取り用のアンテナに対して垂直に置かれる（図３．１．２－１）。アンテナ各辺が平行に位置する場合ループアンテナサイズ（各辺からの磁界）によって読取り範囲を確保することができる。今回のタグサイズの場合、タグはアンテナに 1 辺からの磁界によって動作する。しかし、均一なループパターンではアンテナパターン線上付近でなければタグを読取ることができない。実運用を考えると読取り範囲を広げる必要があるため 1 辺のアンテナパターン幅を広げ読取り範囲を確保できるアンテナパターン幅の検討をする。(図３．１．２－２)

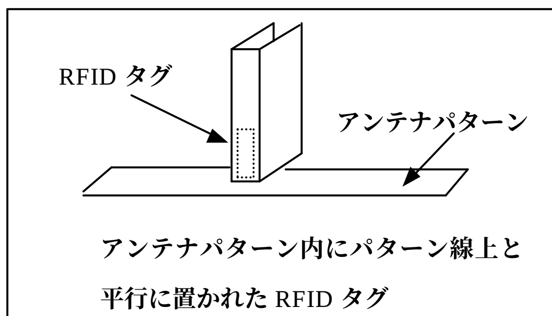


図３．１．２－１　タグとアンテナ

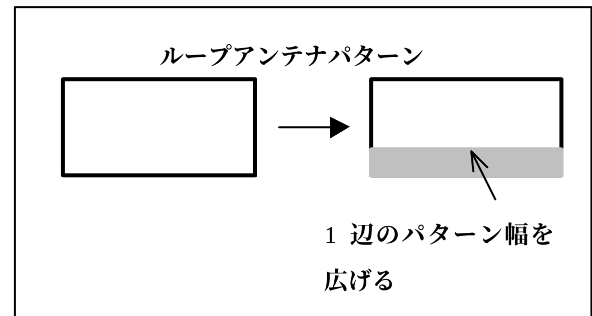


図３．１．２－２　アンテナパターン

以下の方法で、ループアンテナのパターン幅を変更して読み取り性能の測定を行い、書籍タグ検出に適したアンテナパターンを決定した。

ｉ）検証方法

奥行、高さ方向に対してアンテナ読取部の幅：50～100mm によるタグ 60 枚の読取エリアの確認を行う（図３．１．２－３）

ii）条件

ア) アンテナ取付位置：棚板上面（ガラス）

イ) ループアンテナ：16cm[奥行方向]×87cm[横方向]

（アンテナ幅はループ内側に拡げるものとする。）

ウ) アンテナ幅：50～10m（銅テープ）

エ) タグ：タグアンテナサイズ　横 8mm×縦 37mm

60 枚

底面から 5mm の高さ、棚板に対して垂直、棚板横方向に並列に配置

オ) アンテナ出力：1W

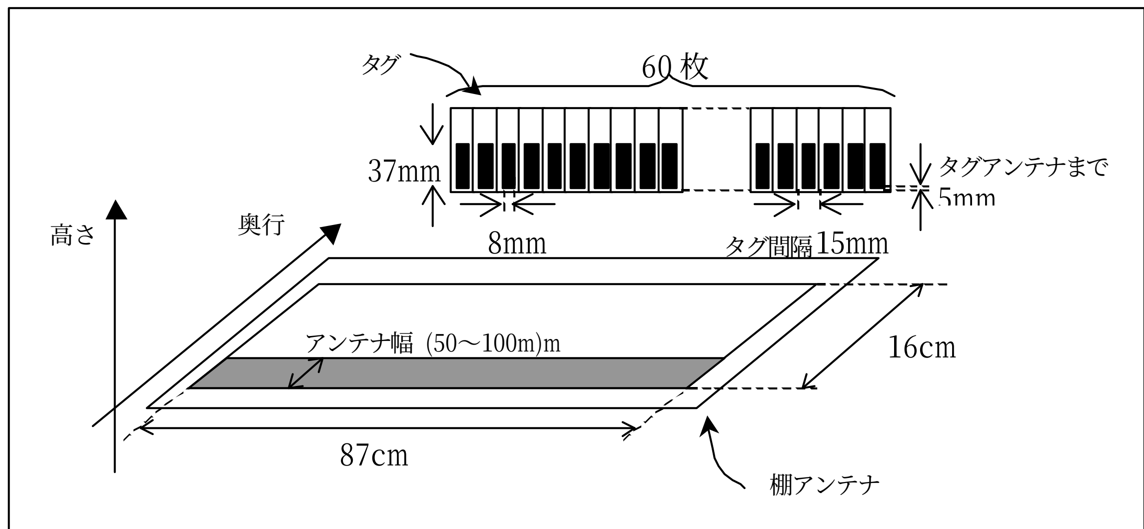


図３．１．２－３　アンテナパターン幅とタグ検知性能測定

ｂ）結果

測定結果を表３．１．２－１に示す。

棚アンテナの読込み範囲はアンテナ線をテープ形状のものに変える事で、テープ幅分、読取り範囲を確保することができるが、幅を広げることで、その分高さ方向の読取り範囲が狭くなる。7cm と 5cm では読取り範囲が同じであるが、ループアンテナの開口部を小さくする場合の影響を考慮し、今回はアンテナパターン幅を 7cm とする。

尚、アンテナパターン幅の変更によって読み取り範囲を確保する技術に関しては、現在特許申請中である。

表３．１．２－１　アンテナパターンごとの測定結果

検証内容	結果		
読取り範囲	パターン幅 10cm	パターン幅 7cm	パターン幅 5cm
＜条件＞ ・60/60 枚読取り ・R/W 1W 出力 ・ｱﾝﾃﾅ実装： ｶﾞﾗｽ板上面	高さ 1cm の読取り範囲:1cm 8cm 1cm 手前側　アンテナ幅:10cm	高さ 2cm の読取り範囲：5cm 高さ 1cm の読取り範囲：6cm 3cm 2cm 1cm 手前側　アンテナ幅： 7cm	高さ 2cm の読取り範囲：5cm 高さ 1cm の読取り範囲：6cm 1cm 手前側　アンテナ幅：5cm　内側

③　意匠および性能上の条件をクリアするアンテナ材質の検討

意匠面の条件として、アンテナの色はガラス棚支柱と同系色の銀色とするということがあり、これに即してアンテナ材質を検討した。候補の材質としては銅およびアルミである。

ａ）検討方法

各材質について、読み取り範囲の検証を行った。

ｉ）検証方法

②と同じ。

ii）条件

アンテナ素材が銅テープ、アルミテープである以外は②と同じ。

ｂ）結果

測定結果を表３．１．２－２に示す

タグ全数の読取るエリアに関して、アルミが若干劣る。

今回は、アンテナ素材を銅としメッキ処理を施し同系色を実現する。

メッキ処理は銀・ニッケル・半田を用いてアンテナを作成した。メッキ処理による読取り範囲への影響はなく、現物の色あいからニッケルメッキ処理を選択した。

表３．１．２－２　アンテナ素材ごとの測定結果

アンテナ素材	奥行方向	高さ方向
銅	3cm	2cm
アルミ	3cm	1cm

④　アルミレールの影響による読取り範囲検討

ガラス板を支持するアルミ製の補強レールとアンテナパターンの位置関係によってタグ検知性能への影響がないか、検討を行った。

a）検討方法

ｉ）検証方法

②と同じ

ii）条件

測定時のアンテナパターン、棚板、補強レールの位置関係を図３．１．２－４に示す。

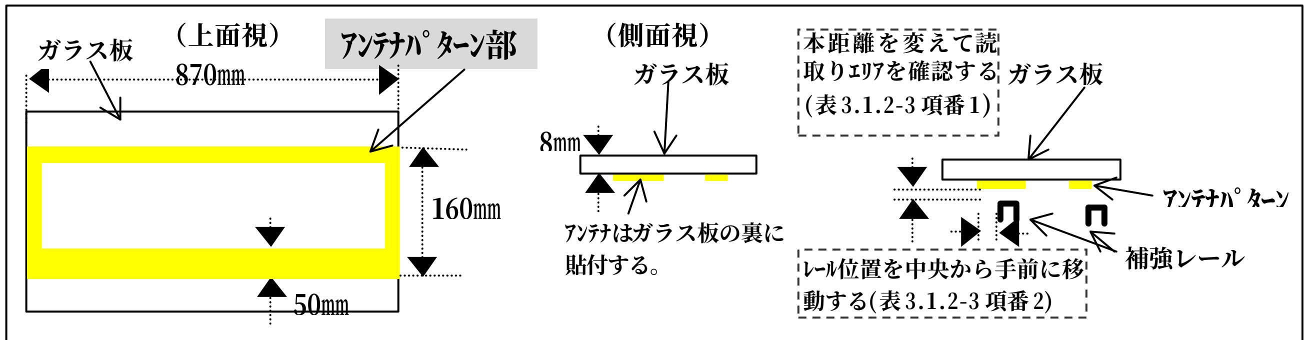


図３．１．２－４　アンテナパターンと補強レール

b）結果

測定結果を表３．１．２－３および図３．１．２－５に示す。

表からも分かる通り、補強レールの上にアンテナパターンがあっても読み取り範囲は変わらない。

表３．１．２－３　補強レールによる影響

項番		結果		
1		アンテナパターン－補強レール間 [5mm]	アンテナパターン－補強レール間 [2mm]	アンテナパターン－補強レール間 [1mm]
	読取ｴﾘｱ (注1) （ﾚｰﾙはｱﾝﾃﾅ中央）	アンテナパターン－補強レール間が 1~5mm の間では、高さ 1cm の読取り範囲の差はない。 高さ 1cm の読取り範囲：6cm ｶﾞﾗｽ厚 8mm　1cm 手前側　アンテナ幅：5cm　内側	高さ 1cm の読取り範囲：6cm ｶﾞﾗｽ厚 8mm　1cm 手前側　アンテナ幅：5cm　内側	高さ 1cm の読取り範囲：6cm ｶﾞﾗｽ厚 8mm　1cm 手前側　アンテナ幅：5cm　内側
	中央読取り高さ （ﾚｰﾙはｱﾝﾃﾅ中央）	アンテナパターン－補強レール間が狭まる（5mm→2mm、1mm）とアンテナ中央の最大読取り高さが低くなる。 但し、2mm→1mm の間では、最大読取り高さの差はない。 ◆ 読取り最大ﾎﾟｲﾝﾄ ｶﾞﾗｽ厚 8mm　2.5cm　3cm	◆ 読取り最大ﾎﾟｲﾝﾄ ｶﾞﾗｽ厚 8mm　2.5cm　2 cm	◆ 読取り最大ﾎﾟｲﾝﾄ ｶﾞﾗｽ厚 8mm　2.5cm　2 cm
2	ﾚｰﾙを手前に配置	ﾚｰﾙをｱﾝﾃﾅ中央より手前側に配置しても、読取りｴﾘｱは 6cm と変わらない。 高さ 1cm の読取り範囲：6cm ｶﾞﾗｽ厚 8mm　1cm 手前側　アンテナ幅：5cm　内側	ガラス板 ｱﾝﾃﾅﾊﾟﾀｰﾝ 1mm レール ﾚｰﾙ位置を中央から手前に移動する	

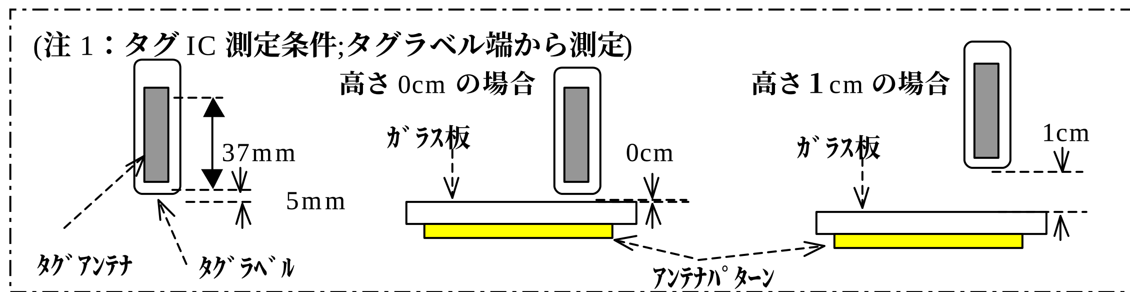


図３．１．２－５　高さ方向の読み取り範囲

⑤　棚板滑り止めに関する検討

上記④において、タグ検出性能の測定を、アンテナパターンと補強レール間の間隔を 1～5mm の間で変更して行っている。これは、アンテナと補強材が密着すると、補強材が金属であることから性能に影響してしまうためである。また今回、棚板にガラス板を使用するため、安全上の問題からも補強レールとの間に滑り止めをはさむこととした。

④の結果に示す通り、補強材との距離による性能の差は見られないため、今回は滑り止めとして 2mm 厚シリコンゴムを使用する。

⑥　最終的なアンテナ仕様による読み取りエリアの確認

以上の検討によって決定したアンテナ仕様を以下にまとめる。

＜棚板アンテナ仕様＞

ｉ）アンテナ形状：矩形のループ状アンテナ
ii）アンテナパターン幅：棚前面の１辺のみパターン幅を 7cm とする
iii）アンテナ素材：銅箔にニッケルメッキ処理
iv）補強レールとの間隔：2mm

この仕様によってアンテナを製作し、アンテナパターン上の、タグが検出できる読み取りエリアを検証した。

ａ）測定条件

・書籍架（6 棚）に組込み 3 棚目を測定（棚間 35cm）
・評価治具：1.5cm ﾋﾟｯﾁでタグを 56 枚取付けた治具を使用
・フィルムアンテナの横方向のサイズ：836mm　（書籍架棚幅：850mm）

ｂ）検出結果から判明した読取りエリア

ガラス面（棚板）上高さ 0cm および 1cm の読み取り範囲を図３．１．２－６、７に示す。（高さ方向の読み取り範囲の考え方については図３．１．２－５参照）

部が読取れないエリアである。

0cm、1cm ともアンテナ面の両サイドに読取れない範囲があることがわかり、検出性能を確保するため、書籍へのタグの貼付位置を背表紙の下に合わせることとした。

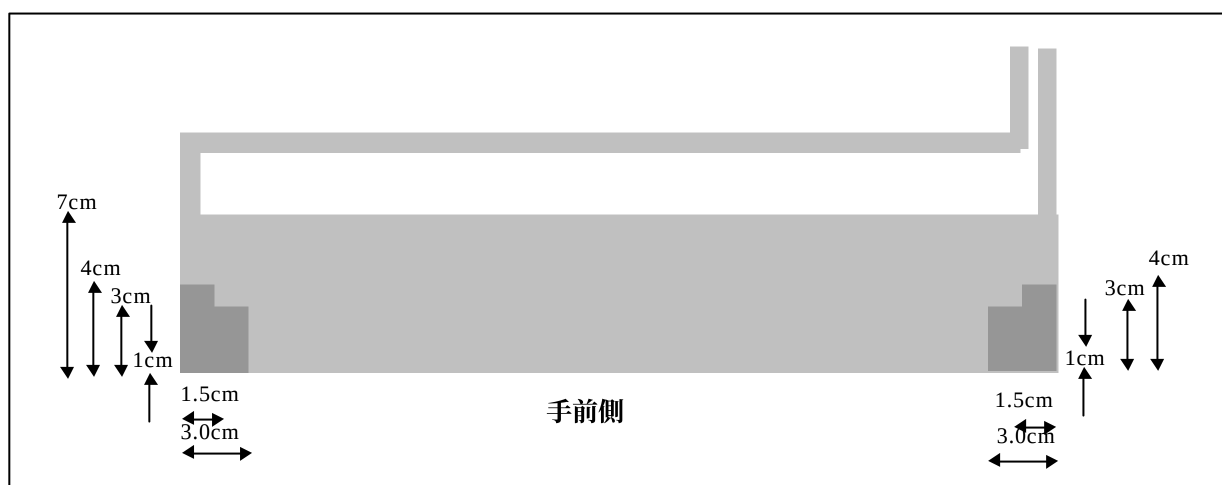


図３．１．２－６　ガラス面上　高さ 0cm の読み取り範囲



図３．１．２－７　ガラス面上　高さ 1cm の読み取り範囲

（3）　図書館の書棚へのアンテナ実装方法の開発

①　フィルム状アンテナのガラス棚下面への設置方法の検討

フィルム状アンテナの設置方法として次の２種類が考えられる。

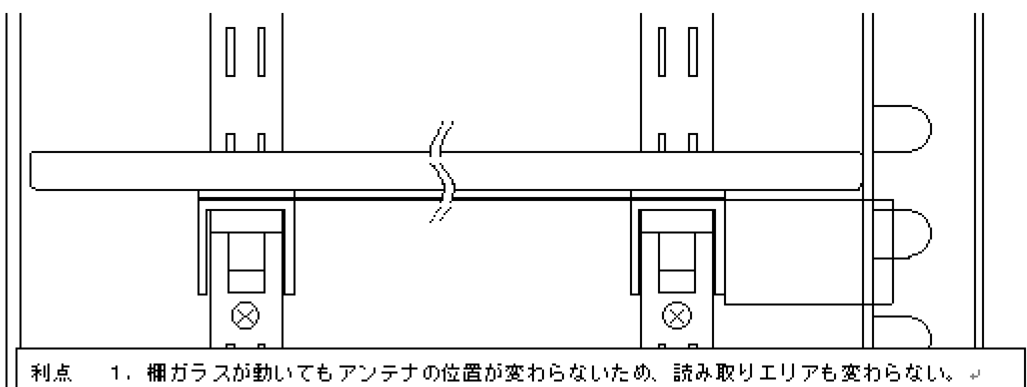
ｉ）補強レールに装着する（図3．1．2－8）

ii）棚板に直接装着する（図3．1．2－9）

それぞれ、棚板が動いた場合の読み取りエリアの状態や見た目の印象が異なる。また棚板アンテナの外形は細長い矩形となるため（今回検証に使用する書棚では棚板の横幅は 850mm)、アンテナのたるみによる読み取りエリアの変化も考慮する必要がある。

今回は、デザイン面、および設置時の作業性を重視し、棚ガラス裏面にフィルムアンテナを接着する方法を採用する。

アンテナ固定方法案（１）　補強レールに接着



利点　１．棚ガラスが動いてもアンテナの位置が変わらないため、読み取りエリアも変わらない。

　　　２．棚ガラスが動いてもアンテナ・調整基板との接合部に負荷がかからない。

欠点　１．ガラスとアンテナの間に空間ができるため棚の透明度が悪くなる。

　　　２．フィルムアンテナ自体のたるみ。

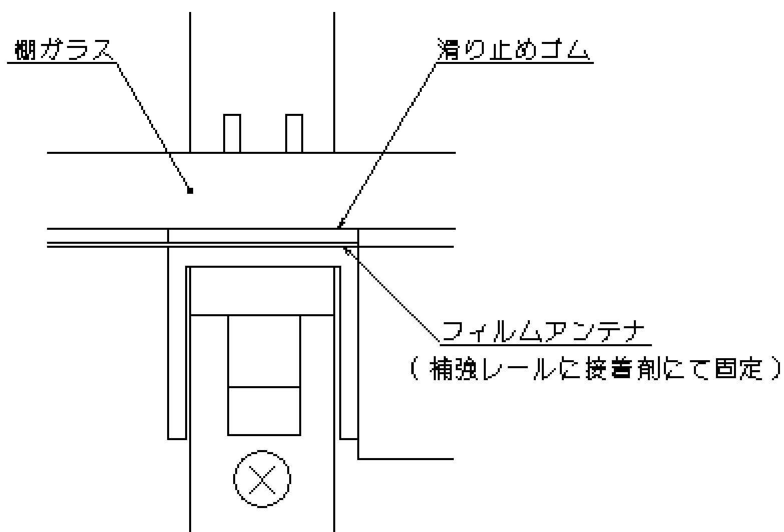


図3．1．2－8　補強レールへの装着方法

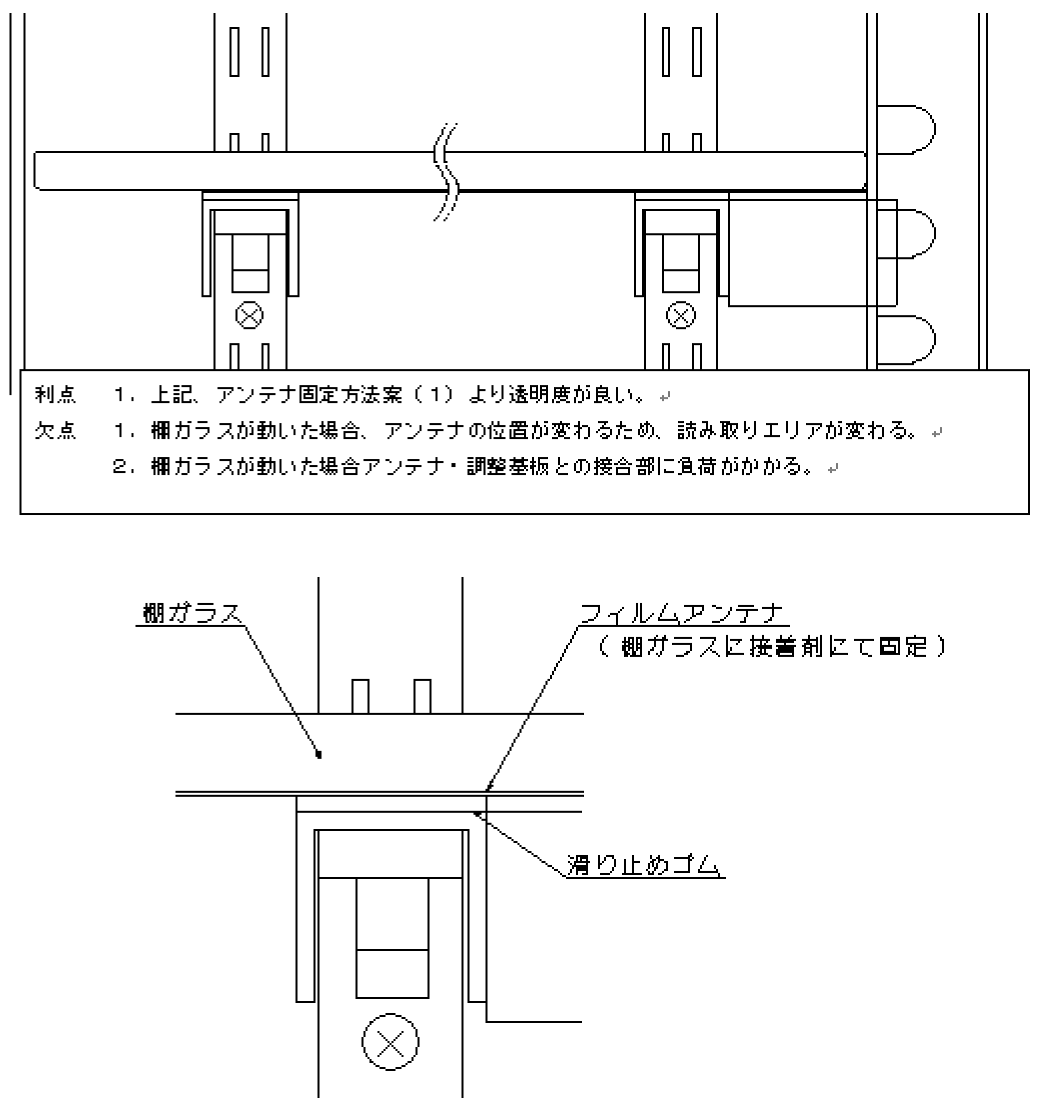


図３．１．２－９　ガラス裏面への装着方法

② ケーブルおよび機器類の設置方法の検討

棚板アンテナは、ループアンテナ本体の他、アンテナを制御するリーダライタ、アンテナ調整器、それらを接続するケーブル等から構成される。これらの付属品類を、構成の変更（棚板の移動等）や作業効率に配慮し、かつ意匠上目立たないように設置する方法について検討を行った。

アンテナを装着した書籍棚全体の外観を図３．１．２－１０に、ケーブルやリーダライタ等の機器類の設置方法を図３．１．２－１１に示す。

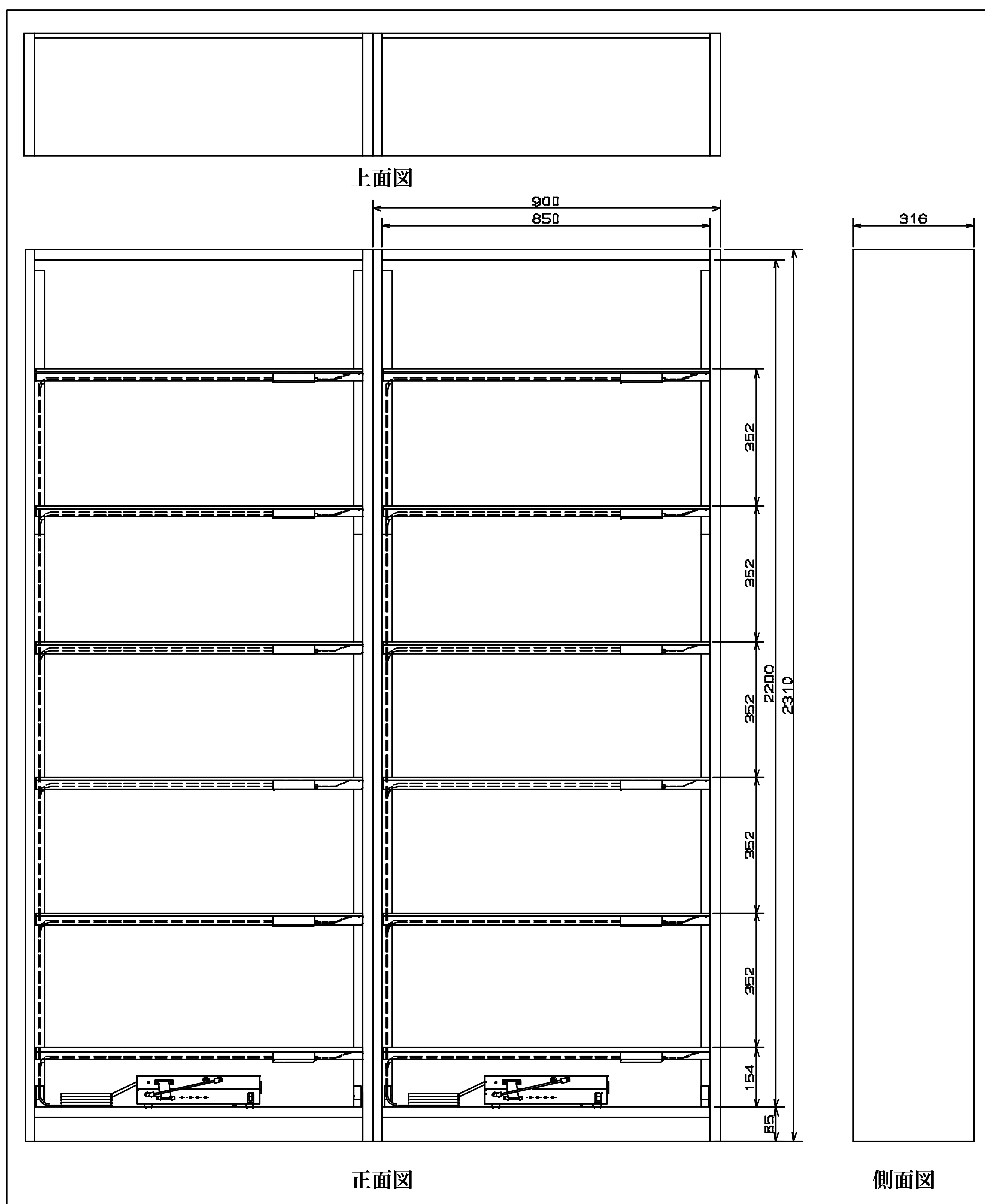


図３．１．２－１０　書籍棚外観図

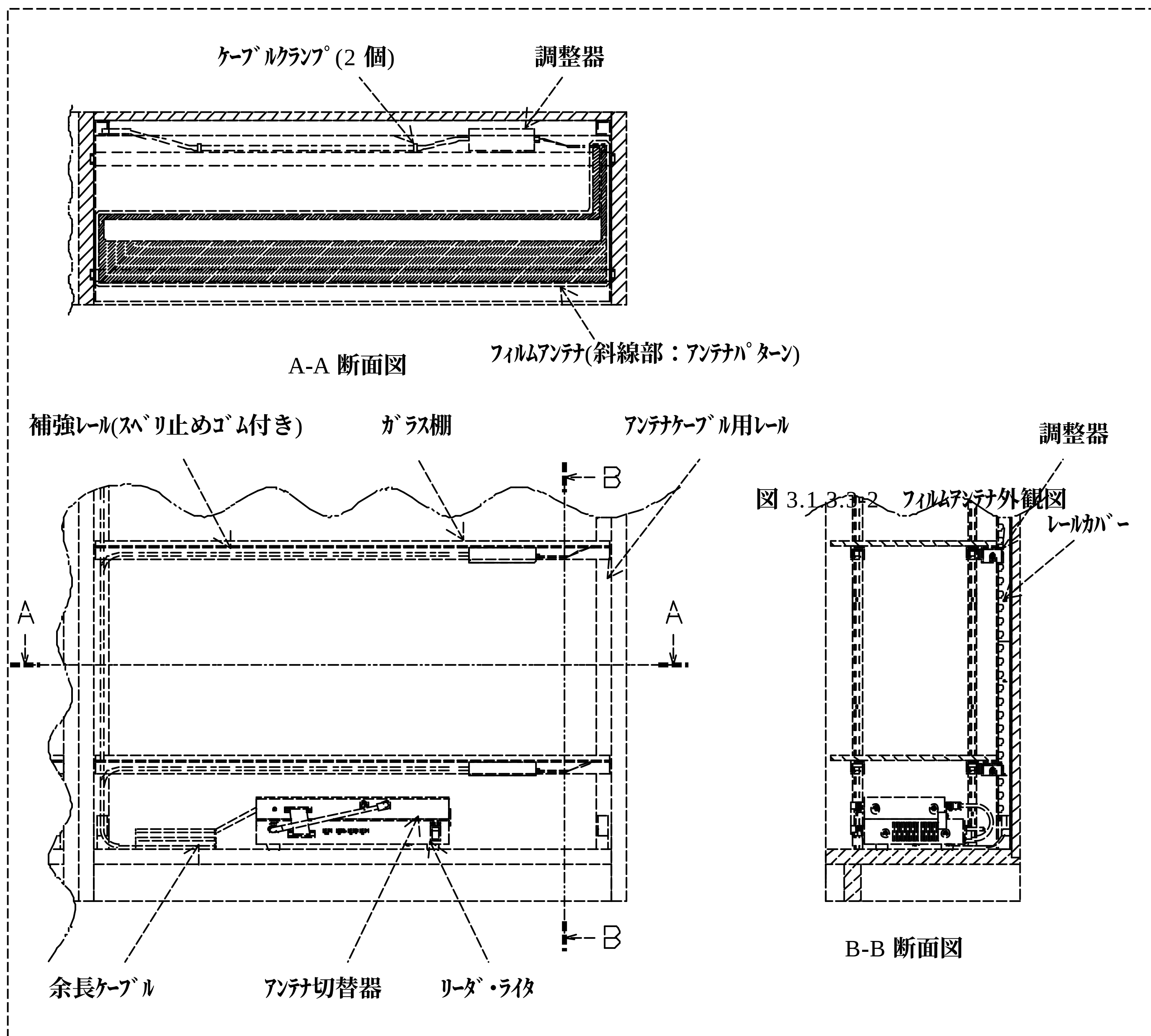


図３．１．２－１１　ケーブルおよび機器配置

（4）　書棚間の干渉防止方法の開発

①　意匠を考慮したシールド材の選定

今回、意匠上の問題からからガラス板の裏側にアンテナをフィルム状に設置するため、シールド材においても同様にガラス板裏側に配置することになる。

この時フィルムアンテナと同様にガラス板と支柱の間に配置する場合は、アンテナとシールドとの間隔が狭くなり、タグ検出性能に影響を及ぼす。シールド材を効果的に使用するには支柱裏側に配置するとよい。

しかし、棚移設時等を考慮すると実運用には適さないと考えられるため、干渉防止策としては、アンテナサイズを検討することで対処することとする。

②　干渉防止用シールド材を使用しないアンテナパターン・アンテナサイズの検討

（2）で設計した仕様のアンテナに関して、干渉の状況を測定し、評価を行った。

ａ）評価項目１：棚設置用アンテナ間の干渉距離

上下、左右の棚に設置したフイルムアンテナ間の距離を変更し、読み取り動作について評価を行った。

ｉ）評価方法

図３．１．２－１２に示したような構成で、棚間の距離を変更して、読取り実行中の棚アンテナ（アンテナ２）から、上下に隣接する棚アンテナ（アンテナ１、アンテナ３）が受ける誘導起電力を、<u>アンテナ２</u>の受信電力として測定する。

また、左右に隣接したアンテナ間（アンテナ３とアンテナ４）の干渉に関しても、同様に測定する。

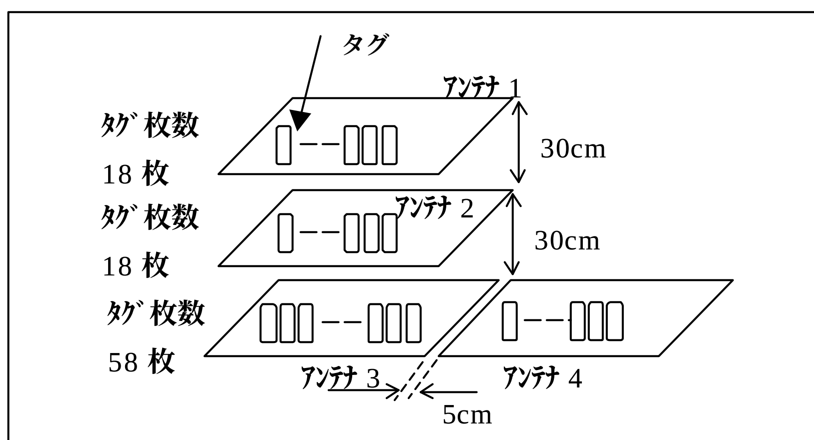


図３．１．２－１２　棚間距離による干渉測定

ii）評価結果

受信電力の測定結果を図３．１．２－１３に示す。

読み取り実行を指示された棚上のアンテナ（アンテナ２）に対して、上下に隣接した棚（アンテナ１、アンテナ３）における受信電力が 17dBm 以上の場合に、アンテナが設置されている棚以外の書籍のタグまで読み取ってしまう。

図３．１．２－１３から、棚間距離を 30cm 以上とることで、棚板アンテナ間の電波干渉の影響を排除できると判断できる。

また、棚間の距離が短くなると、共振周波数が同じもの同士のアンテナが近づくことによる影響が大きくなり、結果的にアンテナ利得が悪くなって、タグの読み取り枚数が減る。これに関しても測定を行い、表３．１．２－４のような結果を得たので、やはり上下の棚間の距離は 30cm 以上とすべきである。

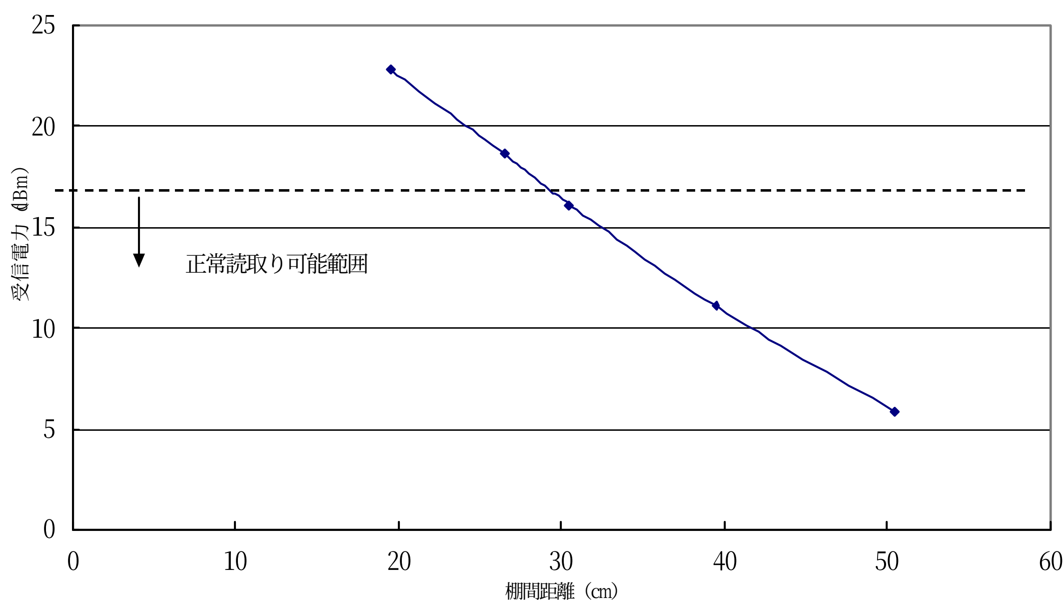


図３．１．２－１３　棚間距離と受信電力の変化

表３．１．２－４　上下棚間距離変更によるタグ読み取り結果

項番	上下の棚間距離	読取り結果	備考
1	50cm	OK（ｱﾝﾃﾅ 2:18/18、ｱﾝﾃﾅ 3:58/58）	
2	40cm	OK（ｱﾝﾃﾅ 2:18/18、ｱﾝﾃﾅ 3:58/58）	
3	30cm	OK（ｱﾝﾃﾅ 2:18/18、ｱﾝﾃﾅ 3:58/58）	B5 ｻｲｽﾞ：257×182mm
4	24cm	NG（ｱﾝﾃﾅ 2:18/18、ｱﾝﾃﾅ 3:57/58）	
5	20cm	NG（ｱﾝﾃﾅ 2:18/18、ｱﾝﾃﾅ 3:57/58）	

横の干渉については、アンテナ３動作時、横に配置した棚のアンテナ（アンテナ４）における受信電力は、横棚間距離 5cm で 17dBm 以下の 9dBm であり、読取り動作も問題ない。（表３．１．２－５）

表３．１．２－５　横棚間距離変更によるタグ読み取り結果

項番	横棚間距離	読取り結果	備考
1	5cm	OK（ｱﾝﾃﾅ 3:58/58、ｱﾝﾃﾅ 4:18/18）	

b）評価項目２：複数棚動作の確認

アンテナ枚数が増えた場合に、影響がないか、評価項目１で実施した内容をもとに、棚板アンテナを追加して、複数枚棚でのアンテナ干渉について評価を実施した。

ｉ）評価方法

評価項目１で干渉が発生しなかった棚間距離（30cm）ごとに、フイルムアンテナを配置し、アンテナ枚数を３枚から６枚まで増やしていって、各アンテナ間の干渉を確認する。（図３．１．２－１４）

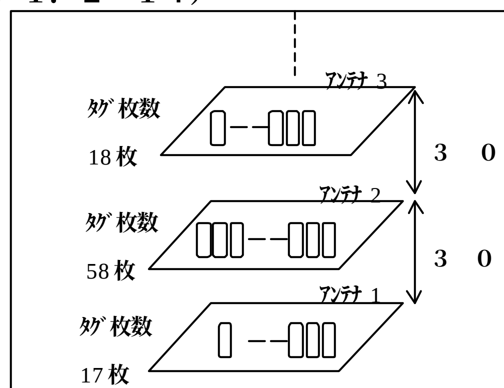


図３．１．２－１４　複数棚間の干渉測定

ii）評価結果

評価項目１で干渉が発生しなかった棚間距離（30cm）では、フイルムアンテナ間の干渉は発生しなかった。

表３．１．２－６　複数棚設置時のタグ読み取り結果

項番	アンテナ数	読取り結果	備考
1	３枚	OK（ｱﾝﾃﾅ 1:18/18、ｱﾝﾃﾅ 2:58/58、ｱﾝﾃﾅ 3:17/17）	
2	４枚	OK（ｱﾝﾃﾅ 1:18/18、ｱﾝﾃﾅ 2:1/1、ｱﾝﾃﾅ 3:58/58、ｱﾝﾃﾅ 4:17/17）	
3	５枚	OK（ｱﾝﾃﾅ 1:18/18、ｱﾝﾃﾅ 2:1/1、ｱﾝﾃﾅ 3:58/58、ｱﾝﾃﾅ 4:1/1、ｱﾝﾃﾅ 5:17/17）	
4	６枚	OK（ｱﾝﾃﾅ 1:18/18、ｱﾝﾃﾅ 2:1/1、ｱﾝﾃﾅ 3:58/58、ｱﾝﾃﾅ 4:1/1、ｱﾝﾃﾅ 5:17/17、ｱﾝﾃﾅ 5:1/1）	

ｃ）棚間距離の設定

今回の仕様のフィルムアンテナでは、棚間距離が上下 30cm、左右 5cm 以上取れれば、タグ読み取りに影響する電波干渉は発生しないことがわかった。

尚、棚間距離はマージンを見て 35cm 以上とする。

（5）　書籍管理に適したタグ仕様

これまで述べた検証作業により、タグアンテナサイズが 37mm×8mm の RFID タグによって、書籍棚アンテナシステムによる読み取り性能の確保および干渉対策が可能であることが確認できた。ただし、図書館での実運用を行う場合、書籍の位置管理だけでなく、貸出返却処理等にも、RFID タグが利用できることが望ましい。

よって、据置型のアンテナによる 37mm×8mm サイズのタグの読み取り性能について、測定と評価を行った。

① 据置型アンテナによる認識可能距離の測定

ａ）測定方法

ｉ）RFID タグ（37mm×8mm）サンプル 63 枚について認識可能距離を測定

ｂ）測定条件

ｉ）測定個所：タグはアンテナに対し水平の状態で、据置型アンテナ中央で測定（図３．１．２－１５）

ii）判定方法：EAS によるタグの認識可能な高さを測定

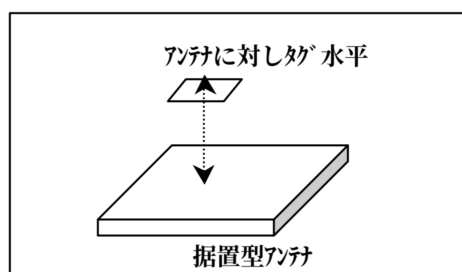


図３．１．２－１５　認識可能距離の測定

ｃ）測定結果

認識可能距離の測定結果を表３．１．２－７および図３．１．２－１６に示す。

表３．１．２－７　測定結果

データ数	63 [個]
最小値	4.5 [cm]
最大値	8.0 [cm]
平均値	6.7 [cm]
標準偏差	0.74
ひずみ	-0.841
とがり	1.46

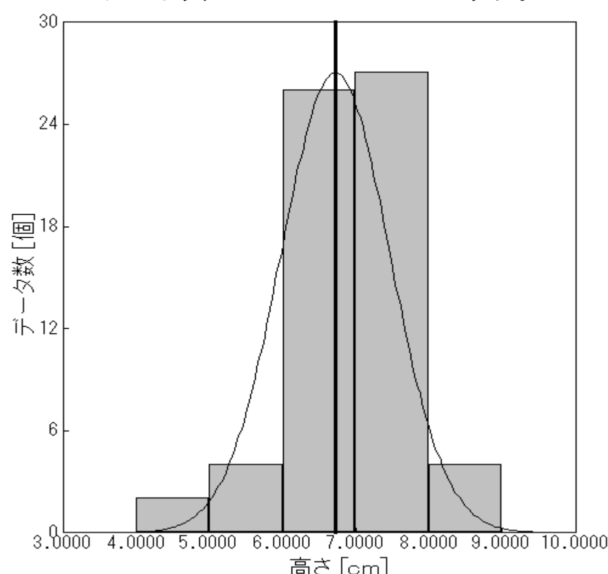


図３．１．２－１６　認識可能距離

② 据置型アンテナ上の読取り範囲と書籍数

ａ）測定方法

サンプルタグを背表紙に貼付した書籍を１～５冊置いて、据置型アンテナ上での読み取り冊数を確認する。

ｂ）測定条件

ｉ）測定個所：据置型アンテナ中央およびアンテナ線上

ii）測定位置：　ア．アンテナ面からの高さ方向で１cm 毎に変更

イ．アンテナ線から横方向で１cm 毎に変更

iii）判定方法：据置型アンテナで５回連続の認識でＯＫとする。

iv）書籍サイズ：Ｂ５サイズ、厚さ 15mm ハードカバー

ｖ）書籍配置：縦および横に重ね置き

アンテナ中央での測定時：図３．１．２－１７

アンテナ線上での測定時：図３．１．２－１８

vi）タグ貼付位置：書籍最下面中央（図３．１．２－１９）

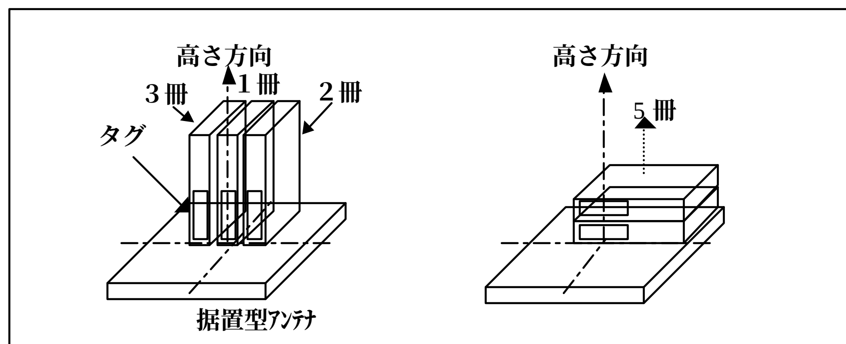


図３．１．２－１７　アンテナ中央での測定

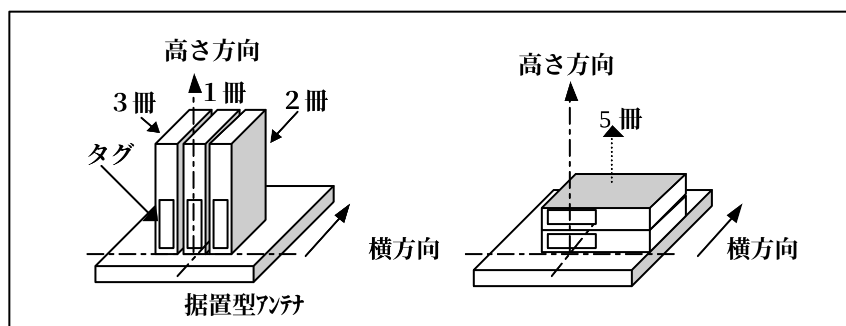


図３．１．２－１８　アンテナ線上での測定

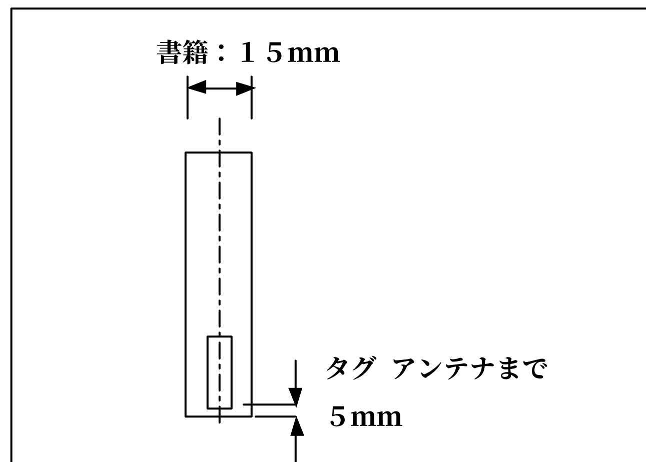


図３．１．２－１９　タグ貼付位置

ｃ）測定結果

ｉ）アンテナ中央での読み取り

書籍を縦置き、横置きどちらにおいても、タグを読み取れなかった。

ii）アンテナ線上での読み取り

書籍を縦置きした場合の測定結果を表３．１．２－８および９に、横置きにした場合の測定結果を表３．１．２－１０に示す。

表３．１．２－８　アンテナ線上、書籍縦置き時の測定結果（高さ方向）

書籍数	アンテナからの距離（高さ方向）					
	０cm	１cm	２cm	３cm	４cm	５cm
１冊	ＯＫ	ＯＫ	ＯＫ	ＯＫ	ＮＧ	ＮＧ
２冊	ＯＫ	ＯＫ	ＯＫ	ＯＫ	ＮＧ	ＮＧ
３冊	ＯＫ	ＯＫ	ＯＫ	ＯＫ	ＯＫ	ＮＧ
４冊	ＯＫ	ＯＫ	ＯＫ	ＯＫ	ＯＫ	ＮＧ
５冊	ＯＫ	ＯＫ	ＯＫ	ＯＫ	ＯＫ	ＮＧ

表３．１．２－９　アンテナ線上、書籍縦置き時の測定結果（横方向）

書籍数	アンテナからの距離（横方向）					
	０cm	１cm	２cm	３cm	４cm	５cm
１冊	ＯＫ	ＯＫ	ＯＫ	ＯＫ	ＯＫ	ＮＧ
２冊	ＯＫ	ＯＫ	ＯＫ	ＯＫ	ＯＫ	ＮＧ
３冊	ＯＫ	ＯＫ	ＯＫ	ＯＫ	ＯＫ	ＮＧ
４冊	ＯＫ	ＯＫ	ＯＫ	ＯＫ	ＯＫ	ＮＧ
５冊	ＯＫ	ＯＫ	ＯＫ	ＯＫ	ＯＫ	ＮＧ

表３．１．２－１０　アンテナ線上、書籍横置き時の測定結果

書籍数	アンテナからの距離（横方向）					
	０cm	１cm	２cm	３cm	４cm	５cm
１冊	ＯＫ	ＯＫ	ＯＫ	ＯＫ	ＮＧ	ＮＧ
２冊	ＯＫ	ＯＫ	ＯＫ	ＯＫ	ＮＧ	ＮＧ
３冊	ＯＫ	ＯＫ	ＯＫ	ＯＫ	ＮＧ	ＮＧ
４冊	ＯＫ	ＯＫ	ＯＫ	ＯＫ	ＮＧ	ＮＧ
５冊	ＮＧ	ＮＧ	ＮＧ	ＮＧ	ＮＧ	ＮＧ

③　据置型アンテナによる運用

以上の測定結果から、据置型アンテナで 37mm×8m のアンテナサイズのタグを使用する場合、装置内に組み込んだループアンテナのアンテナ線上付近においては、ある程度読み取り性能が確保でき、複数の書籍タグを読み取って同時処理を行うことが可能であることがわかった。ただし、ループ中央ではまったくタグを読み取ることができなかった。

図書館での運用時には、アンテナ線上にタグがくるような書籍の置き方を利用者が自然に行えるように、据置型アンテナをやや傾けて設置したりアンテナ線上にガイドをつける等の工夫が必要である。

３．２　書籍位置管理システム

３．２．１　技術開発の前提条件

（1）技術課題

書籍位置管理システムは、書籍棚アンテナを制御して書棚に配架されている書籍のタグを検出し、書籍の位置情報の管理を行う。

このような RFID タグ管理システムへの要求仕様は、検出対象となる RFID タグの仕様、タグの利用目的、タグが装着される物品の性格、タグ情報の読み書きを行う環境等によって決定される。仕様の中でもっとも重要なのが、タグの検出速度と処理数量である。例えば商品の盗難防止を目的とした場合、RFID タグの情報の読み取りは商品が店舗から持ち出される時点で行うことになる。したがって、ひとの歩行と同じ速度で移動するタグの検知を行う必要があるが、一度に大量のタグを処理することはない。

未来型ライブラリの書籍位置管理システムに求められる機能を考えた場合、上記の例とは逆に、書籍は書棚に配架された状態で静止しており、そのかわりに、図書館内の大量の書棚と書籍が処理対象となることになる。即ち、棚上に置かれた小型かつ大量の物品の管理を、いかに正確に効率良く行うか、という点が今回の RFID タグ管理の目的となってくる。

書籍位置情報の利用目的からみると、蔵書点検の自動化や検索書籍の配架位置表示等のサービスを行うためには、現在のライブラリ全体の状態の把握ということがもっとも重要である。今回の技術開発では、書棚からの書籍の抜き差しをリアルタイムで検知することは行わない。

以上を踏まえ、書籍位置管理システムでは、定期的に書籍棚アンテナを制御して各書棚に配架されている書籍の情報を収集し、書籍位置情報として DB で管理を行う。

書籍位置情報の更新のタイミングは、蔵書点検の用途であれば１日あるいは数日に１回で充分であるが、検索時の配架位置表示を行う場合には、できるだけ最新の情報が提供できることが望ましい。ただし、利用者が端末による検索を行ってから実際に書籍が配架されている場所までの移動のタイムラグがあることを考えると、リアルタイムを目指して数秒単位の結果を争うことには意味がない。図書館内における利用者の行動を考慮しながら、妥当な性能目標の設定を行う必要がある。

また、図書館には大量の書籍が所蔵されており、その中で利用の対象となる書籍に関しては、同時に処理を行う必要がある。アカデミーヒルズのライブラリは比較的小規模ではあるが、それでも、書架数は 140 あまり、書籍数は開館当初数千冊、最終的には数万冊が予定されている。書籍位置管理システムの開発は、管理する書架および書籍の規模としてアカデミーヒルズを想定して行う。ただし、より大きな規模の図書館への導入や、今後予想される書架、書籍の増加にも対応できるように、スケーラビリティを意識して設計する。

開発上の主な課題を以下に示す。

① 書籍全体の位置検出速度の向上

図書館内の大量の書棚、書籍を対象として、妥当な目標時間内で書籍位置情報の収集が行えること。また、書棚や書籍の数が変動しても、全体の処理速度に大きな影響を与えないこと。

② 書籍棚アンテナシステムの位置管理

制御下にある棚板アンテナの物理的な設置位置の管理を行い、書籍の配架位置に関する情報を的確に提供できるようにすること。また、構成変更に柔軟に対応し、書棚と棚板アンテナとの対応関係が変わっても、提供する書籍位置情報にずれが生じないようにすること。

③ レスポンス速度の向上

RFID タグ検知によって収集した書籍の位置情報を速やかに反映し、書籍位置情報の更新が効率的に行えること。それにより、用途の範囲内で「現在」の書籍の配架位置を提供できるようにすること。

（２）活用する理論・技術

① 複数のリーダライタの並列制御

今回開発の書籍棚アンテナシステムでは、１台のリーダライタに複数の棚板アンテナを接続し、順に切り換えながらタグの読み取りを行う。図書館内には多数の書棚があり、棚板の量に応じてリーダライタも複数設置されることになる。

これらを制御して書籍位置情報の収集を行う場合、複数のリーダライタ装置に対して、直列的に処理を行う方式では、ロジカル的な部分で構造が簡素化され、開発も容易になるものの、棚板数が増えるてくると、処理されるべき書棚一つ一つに多くの待ち時間が発生し、全体の処理時間も増加してしまう。

これらの問題を解決するために、リーダライタ１台ごとに位置検出の処理を起動して並列処理を行い、書棚の数が増えても、全体の読み取り時間は同じになるようにする。これによって、理論的には、書籍位置情報収集の処理速度は常にリーダライタ１台の処理時間（＝ 棚板アンテナ１基の処理時間 × 接続アンテナ数）にほぼ同じとなる。

② アンテナ設置位置の管理

書籍棚アンテナシステムのリーダライタに接続された各棚板アンテナについて、システム上の処理に使用する論理的な棚番号と、実際に設置されている書架・棚段数との対応情報を管理する。検知したタグ情報から書籍位置情報を管理 DB に登録する際は、実際の棚位置を使用する。対応情報を修正することにより、構成の変更にも対処できる。

③ 書籍位置情報更新の効率化

書籍位置情報を更新する際、前回の位置検知処理の結果からの差分のみを登録することで、DB 処理を効率化する。また、書籍棚アンテナシステムで読み取ったタグ情報と、前回処理データとのつき合わせ処理に関して、すべてメモリ上で処理を行う方式を採用する。

（３）現状の到達度（過去の実績）

RFID タグを使用した図書管理システムは既にいくつかの図書館に対して導入済みであるが、用途としては、貸出返却処理、持出し防止等、バーコードや磁気テープの代替品の域を出ていない。

書籍以外の物品管理の分野においては、より RFID の特長を活かした応用の開発に向けて、デバイスからシステムまで、総合的な取り組みを行っている。

以下、これまでの取り組み実績を記す。

（ａ）ユビキタス情報社会に向けてのキーデバイスの提供

日立製作所では、ユビキタス情報社会実現にむけたキーデバイスを構成する技術のひとつとして、「ミューチップ」に代表される RFID 技術を位置付け、製品の生産から流通、販売の工程や所在を追跡するトレーサビリティや家電リサイクルなど製品のリサイクル、リユースへの応用などに取り組んでいる。

「ミューチップ」はわずか 0.4mm 角の極小サイズの IC チップであり、日立製作所では、世界に先駆けて開発に成功したことを 2001 年 6 月発表、翌 7 月には普及のための「ミューソリューションズベンチャーカンパニー」を社内に設立した。極小性、非接触といった特徴の他、製造工程でデータを ROM（再生専用メモリ）に書き込むことから、書き換えができず、高い真正性が保証され、さまざまな分野への応用が期待されている。

「ミューチップ」の出現により、東京大学の坂村健教授が提唱している「身の回りのあらゆるモノにコンピューターを埋め込む（番号を付ける）」という「ユビキタスコンピューティング」が、実現に一歩近づいたと言える。現在、坂村教授が主導する TRON プロジェクトのユビキタス ID センター準備会において、IC チップの量産化や識別番号（ID）を割り振る

ために必要な統一基準、情報を読み出す装置の標準仕様などに関して、順次開発が進められている。2003 年中にはユビキタス ID センター稼動が予定されており、日立製作所はすでに参加を表明している。

（b）RFID による家電品のリサイクル管理

デバイス開発と並行して、日立製作所では応用技術の開発にもいち早く取り組み、RFID 技術の適用可能性を検証する実証実験に数多く参画している。

その一つが、サプライチェーン・マネジメント（SCM）の手法を活用した「リサイクル SCM」とも呼べるテーマであり、日立製作所、家電量販店のデオデオ、リサイクル業者の日新産商（本社神奈川県秦野市)、物流業者の日立物流の 4 社による実証実験を、1999 年 9 月～12 月までの 3 カ月間実施した。

実験では、パソコンに IC カードを付属させ、インターネットを通じて製品情報の管理を行い、物流システムの中での、顧客に販売してからリサイクルされるまでの、製品のライフサイクル管理の検証を行った。システムの目的は、廃棄パソコンを的確に回収してリサイクル率を向上させることにあり、背景には、2001 年４月に施行された特定家庭用機器再商品化法（家電リサイクル法）への対応がある。本実証実験は、新しい SCM の動きとして注目を集めた。

また現在、日立製作所は、経済産業省および（財）家電製品協会が進める商品情報無線タグプロジェクトに参加しており、家電品に IC タグを埋め込み質問機で読み取る実験を大手家電メーカ他 10 社などと共に進めている。

（c）ミューチップによる物流管理

「ミューチップ」を活用した応用システムの事例としては、2002 年 8 月に日立製作所、新日本製鉄、伊藤忠丸紅鉄鋼によって行った鋼材現品管理システムの実証実験がある。

本システムは、「ミューチップ」をベースに開発した現品管理用の RFID タグ、タグに記録された ID 情報を読み取る専用リーダ、および PDA を用いた現品トラッキングアプリケーションで構成されており、鋼材を取り扱う企業の現品管理の効率化を実現するものである。

現在、鋼材流通の現場においては、一部の品種ではバーコードを利用した現品管理が普及しつつあるが、大半の鋼材は、形状の制約や錆・油等による表面の汚れからバーコードを貼ることが不可能であり、鋼材に貼付されたラベルや刻印、チョークによる手書きの情報を目視確認するといった非効率な作業が主流となっている。

本実証実験では、「ミューチップ」の極小性（約 0.4 mm 角)、真正性、非接触などの特徴を活かし、鋼材上でのマイクロ波の反射による障害問題もクリアして、あらゆる鋼材に利用可能な現品管理システムを実現した。これによって、現品管理の効率化が可能となり、将来的には鋼材物商流に携わる企業が利用することで、企業間における一貫した SCM を実現できる有力なツールとなることが期待される。

また本実験は、今まで ID を付与することが難しいとされてきた分野に対して適用が可能であることを実証し、RFID の実用性を現実のものとして示す事例となった。

（d）ミューチップによる偽造防止

これまで述べた事例は主に業務用用途を中心としたものであったが、ユビキタス社会の実現に向け、生活者の身近な分野への適用にも取り組んでいる。

その一例として、各種チケットへの応用があり、2005 年日本国際博覧会（愛・地球博）の入場券に「ミューチップ」採用が決定した。

「ミューチップ」を入場券に埋め込むことで、券一枚一枚に固有の ID（認識番号）を付与することが可能になり、カラーコピー機等で複写をしても、入場時にチップの ID を確認するため、偽造券による入場を防止できる。また、入場券をネットワーク上で ID 管理できるため、入場券の流通状況の把握（流通トレーシング）も実現可能となる。

３．２．２　技術開発の内容

（1）開発内容の説明

書籍位置管理システムを構成する以下の機能の開発を行った。

① 配架位置監視機能

書籍棚アンテナシステムを制御して、各書棚の棚板アンテナが検知した書籍の RFID タグの情報を収集する機能。ランチャー機能を備え、定期的な書籍タグ検出処理の起動と、複数リーダライタによる並列処理の制御を行う。

② 書籍位置情報管理機能

書籍棚アンテナシステムのリーダライタ装置・棚板アンテナと、実際の書棚とをひもづける情報を持ち、検出した書籍の配架位置を DB 管理する機能。

③ 処理レスポンスの性能向上

検出した書籍の配架情報の更新処理を効率的に行う処理方式。前回検出処理結果との差分のみの更新、および差分抽出のオンメモリ上での処理を行う。

（2）配架位置監視機能の開発

①　タグ検出機能

書棚タグの検出は、書籍位置管理システムから、LAN 上に存在するリーダライタ装置に対して、配架位置監視プログラムを起動することによって行う。

リーダライタ装置には、アンテナ切換器（最大３）が接続されており、各切換器には複数の棚板アンテナ（最大８）が接続されている。リーダライタ装置におけるタグ検出は、切換器および棚板アンテナを順に切り換えてシーケンシャルに処理される。

１つのシーケンスが終了すると、検出した書籍タグの情報が、書籍位置管理システムに返される。

② リーダライタの並列制御機能

図書館内の書架全体に対するタグ検出を短時間で完了されるため、配架位置監視プログラムを各リーダライタに対して並列して起動する。

LAN 上のリーダライタ装置に関しては、システム運用パラメータ（コードファイル）に IP アドレスを R/W 装置番号として登録して管理する。また、運用時には、接続されていてもメンテナンス作業等でタグ検出を行わない書架もあると考えられるため、別途有効リーダライタ装置数を外部ファイルに設定し、コードファイルの先頭から設定された装置数分だけをタグ検出処理の対象とする。

③ システムランチャー機能

システムランチャー機能は以下の機能を持ち、配架位置監視機能全体の制御を行う。

ａ）定期的な配架位置監視プログラムの起動

書籍の位置情報を最新の状態に保つため、定期的に配架位置監視プログラムを起動して書籍タグの検出を行う必要がある。アカデミーヒルズのライブラリでは、１シーケンスの処理が終了すると、直ちに次の処理を起動する。

ｂ）リーダライタの並列制御

システムランチャーは、配架位置監視機能を実行する際、登録された有効リーダライタ装置数分、LAN 上に存在するリーダライタ装置に対して配架位置監視プログラムを並列的に起動する。

並列処理を行うためには、システムランチャーと配架位置監視プログラムは別ハンドルである必要があり、同一メモリ空間でのパラメータの引継ぎが不可能なため、以下の手順で起動状態の監視を行う。

ｉ）ランチャーは一つの配架位置監視プログラムが正常に起動するまで wait する。

ii）配架位置監視プログラムは、自分が正常に起動されればコードファイルの自分のリーダライタ装置をあらわすコードに起動済みフラグを立てるとともに、同じくコードファイル中の配架監視プログラム起動数に１を加算する。

iii）wait していたランチャーは起動済みフラグがたっていることを確認した後、次の配架位置監視プログラムを起動する。

iv）この一連の流れを、設定されている有効リーダライタ装置数分繰り返す。最終的にランチャーは、外部ファイルに設定された有効リーダライタ装置数と、配架監視プログラム起動数が同じであることをチェックする。

ｃ）GUI 機能

図書館運営者が操作するための GUI 機能を持つ。

画面上の「実行」「終了」ボタンをクリックして、配架位置監視機能の起動、終了が行える。

「実行」ボタンクリックによって、コードファイルに登録されたリーダライタ装置に対して、配架位置監視プログラムを起動する。

「終了」ボタンクリック時には、複数起動された配架位置監視プログラムを順次停止させ、全ての配架位置監視プログラムが停止したらランチャーを停止する。

（３）書籍位置情報管理機能の開発

書籍位置情報管理機能では、各棚板アンテナごとに書籍位置情報を監視し、リーダライタ装置から返された書籍タグの検出結果をもとに、DB を更新する。

リーダライタ装置からのデータは、装置およびアンテナの識別情報と、アンテナで検出した RFID タグの情報という構成になっているため、ひとが実際の書棚を確認するために用いる書架の番号や棚番号とのひもづけが必要になる。DB 上は、架番号・棚番号で書籍位置を管理し、利用者による書籍検索時に配架位置の表示を行う場合など、書籍位置情報のリクエストがあった際にはこの架番号・棚番号を返す。

リーダライタ装置・棚板アンテナと書架・棚のひもづけ方式について以下に示す。

ａ）ひもづけのフォーマット

ｉ）前提

アカデミーヒルズのライブラリの書棚は１架６段、書架数は最大 140 架である。

今回は、１つのアンテナ切換器を書棚１架に対応させ、リーダライタ１台にアンテナ切換器１台接続の構成とする。また、アンテナ切換器と棚板アンテナの接続の順番と棚板の並びは対応しており、１番目のポートのアンテナは、書架の１段目の棚板に設置される。

ii）架番号

各書架の識別情報として数字５バイトの架番号を使用する。

先頭２バイト・・・・所蔵館を表すコード　例：10（アカデミーヒルズ）

３～５バイト・・・・棚番号を表すコード　例：001（棚番号１）

１台の R/W 装置で最大３架まで制御する可能性があるので、一つのリーダライタで制御する架番号を３つ設定可能とする。

リーダライタ装置・棚板アンテナと書架・棚のひもづけのフォーマットを以下に示す。

①R/W 番号	②架番号１	③架番号２	④架番号３
英数１５桁	数値５桁	数値５桁	数値５桁

①R/W 装置番号（IP アドレス）

② １番目のアンテナ切換器に接続している書架を示す架番号（１架目）

③ ２番目のアンテナ切換器に接続している書架を示す架番号（２架目）

④ ３番目のアンテナ切換器に接続している書架を示す架番号（３架目）

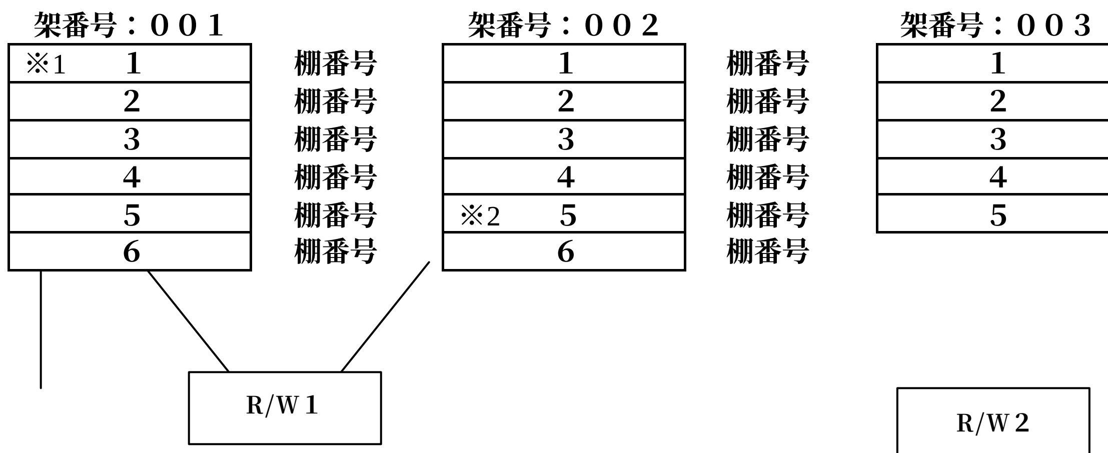
iii）棚番号

書架の各段の棚板に１バイトの棚番号を付して棚位置を識別する。

b）使用例

ｉ）所蔵館：１０（六本木）

ii）リーダライタ装置と書架・棚の構成（箱内番号は棚番号を示す）



iii）ひもづけテーブル例（該当しないフィールドはゼロとする）

	R／W番号	架番号１	架番号２	架番号３
1	192.168.000.001	１０００１	１０００２	０００００
2	192.168.000.002	１０００３	０００００	０００００

iv）棚板の識別子

各棚板は所蔵館番号＋架番号＋棚番号で６バイトからなる識別子にて表現される。

（※1）の棚「100011」と表現される。

（※2）の棚「100025」と表現される。

（４）処理レスポンスの性能向上

DB 管理する書籍位置情報の更新処理を効率的に行うため、１シーケンス分のタグ検出が完了するごとに、前回シーケンスの処理結果とのマッチングを行い、変更があった書籍位置情報のみ更新する。

また、シーケンスごとにリーダライタ装置から返されるタグ検出データと書架・棚とのひもづけを行う処理、および上記マッチング処理は、オンメモリ上に全件読み込んで仮想ファイルを作成して行う。

書籍位置情報の更新処理について以下に示す。

ａ）シーケンス情報のフォーマット

リーダライタ装置から返されるタグ検出データに、書架・棚のひもづけ処理を行ったシーケンス情報のフォーマットを示す。このシーケンス情報はメモリ上の仮想ファイルとして生成される。

①書籍番号	②架番号	③棚番号
数値８桁	数値５桁	数値１桁

①RFID タグにエンコードされている書籍番号

②架番号（先頭２バイトは所蔵館を表すコード）

③棚番号

ｂ）処理手順

ｉ）各リーダライタ装置から返った情報を上記で示すフォーマットに設定し、各シーケンス単位にまとめる。

ii）前回シーケンスと今回シーケンスがまとまったところで、２つのシーケンス情報をオンメモリにてマッチングする。

c）処理例

マッチング時の書籍状態毎のシーケンス情報の例を以下に示す。

ここで、①は書籍の状態に変更が無いので DB を更新しない。②～④の状態では DB を更新する。

①変更が無い場合（シーケンス内情報全て一致）

	書籍番号	架番号	棚番号
前回：	10000001	10001	3
今回：	10000001	10001	3

②書籍を抜き出した場合（前回シーケンス情報のみ存在）

	書籍番号	架番号	棚番号
前回：	10000002	10001	3
今回：	なし	なし	なし

③違う棚や架に返却した場合（棚番号が異なる場合）

	書籍番号	架番号	棚番号
前回：	10000003	10001	3
今回：	10000003	10001	4

④書籍を戻した場合（今回シーケンスのみ存在）

	書籍番号	架番号	棚番号
前回：	なし	なし	なし
今回：	10000004	10001	5

３．３　開発成果の評価

（１）評価方法と評価項目

書籍棚アンテナシステムと、それを制御する書籍位置管理システムは不可分であるので、開発成果の評価は単体ではなく総合して行う。技術開発の主眼は未来型ライブラリの基盤としての書籍位置管理の実現であり、したがって、評価の観点も、図書館内の書籍の位置検出をいかに速く正確に行えるかに置く。

評価の方法としては、書籍棚アンテナシステムを設置した書棚上に RFID タグを貼付した書籍を配架し、実際に書籍タグの検出処理を行って、処理性能を測定して行う。評価項目は、全書籍の読み取りを完了するまでの処理時間と、配架された書籍に対する検出率とする。

各評価項目に対して評価基準となる目標値を設定する必要があるが、これは、利用者が書籍の位置を検索して、実際に配架されている場所まで取りに行く場合を想定して行う。

通常、PC 端末等を操作して書籍情報の検索、配架位置の確認を行ってから、書籍が配架されている書棚まで移動して書籍を入手するまでにはある程度のタイムラグが存在する。たとえ検索時にリアルタイムに近い情報を提供したとしても、移動の間に他のひとが目的の書

籍を抜き出してしまい、書棚に着いたときは状態が変わっている、という状況が発生しうる。このことから、読み取り性能に関しては、フロアの広さ、平均歩行速度、書棚やテーブル等障害物の存在等から想定される、検索場所から目的の書棚までの平均到達時間を目標として、それよりもできるだけ速度の向上を目指すこととする。

タグ検出率に関しても同様に、図書館運営および利用者サービスが円滑に行う上で必要な精度での目標設定を行う。

（２）性能目標

性能目標値を以下に示す。

No	評価項目	目標値
1	読み取り速度	85 秒／１架
2	検出率	99.0%

（前提条件）

① 書棚１架に対してリーダライタ１台設置。棚板は６段／１架
（１台のリーダライタで６基の棚板アンテナ制御）

② 書籍数：40 冊／１段

③ 書籍サイズ：厚み 15mm 以上

④ 測定は書棚２架で行う

（３）評価手順

性能測定と評価の手順を以下に示す。

ａ）読み取り速度

① 棚板アンテナ１基あたりの処理時間計測

１つの棚に対する１回の読み取り時間を CPU 時間から取得する。
（結果は外部ファイルに出力）

② 読み取りシーケンス１回あたりの処理時間計測

書籍棚アンテナシステムに接続されている全アンテナでの書籍タグ検出が終了するまでを、読み取り処理の１シーケンスと定義する。①と同様に、読み取りシーケンス１回あたりの処理時間を CPU 時間から取得、記録する。

③ 評価

各処理とも 100 回繰り返して処理時間を計測する。
最大、最小、平均処理時間を計算し、総合的な評価を実施する。

b）検出率

①　書籍タグの検出結果の記録

読み取りシーケンスを 100 回繰り返し、各回毎に検出した書籍タグデータを記録する。（結果は外部ファイルに出力）

②　評価

検出結果と実際に配架されている書籍をつき合わせ、総合的な評価を実施する。

（4）評価結果

評価結果について述べる。評価データの詳細については添付資料参照。

評価は、実際にアカデミーヒルズに所蔵される書籍に対して RFID タグを貼付し、製作した書籍棚アンテナ設置の書架内に設置して、タグ検出処理を実行して行った。使用した書籍は、前記前提条件（厚み 15mm 以上）から、主としてハードカバー類である。

a）読み取り速度

試行 100 回における処理時間の計測結果は以下の通り。

①棚板アンテナ１基あたりの処理時間

	読み取り速度
最大値	7.481 秒
最小値	7.374 秒
平均	7.430 秒

②読み取りシーケンス１回あたりの処理時間

	読み取り速度
最大値	44.650 秒
最小値	44.472 秒
平均	44.570 秒

全ての試行において、目標性能の 85 秒を上回る結果を得ることができた。

平均値と比較して、最大値は、0.08 秒の差であり、最小値は 0.098 秒の差である。

これらも、おのおの１%未満の差であり読み取り処理は安定していると考える。

システム開発時に設定した目標値 85 秒／１架に対して、平均値で 44.57 秒／１架と、約半分の時間での読み取り性能を実現できた背景について述べる。

ハードウエアの仕様として、タイムスロットという概念がある。１棚に対する読み取り処理において、アンテナ上にある RFID タグは、全くランダムに読み取られる。この読み取られたデータを格納するバッファがタイムスロットである。読み取られたデータはタイムスロットの空いているエリアに格納されるが、同時に同じエリアに格納しようとすると衝突が発生する。この衝突を避けるために、ハッシュ値を用いて格納すべきエリアがバッティング

しないように格納するエリアを算出する。ハードウエアの仕様では、このタイムスロット値の推奨値はターゲットタグ数の２倍であった。このタイムスロット数は、2 進数で表現されているため、1,4,8,16,32,64,128,256 の値をとる。

ここで、今回の前提条件は 40 冊／１架であるため、開発当初タイムスロット数は 128 を採用した。実験の結果、タイムスロット数 128 で処理を行うと、性能目標値である 85 秒にはおよばず、平均で 120 秒程度を要していた。処理性能向上のためにプログラムのロジカル的な部分の見直しを行ったが、もともとプログラム自体は単純な構造であったため、効果は出なかった。

そのため、性能向上の施策のとしてタイムスロット数を小さくする方式を検討した。タイムスロットの変更により大幅な性能改善を得たが、ハードウエアの推奨からはずれてしまうことが懸案となった。そこで検出率の測定を行い、検出率に影響を与えずに、性能が向上するパラメータを探し、最終的にはタイムスロット数 64 を採用することとした。検出率の評価は、次項ｂ）検出率において記述する。

以上の施策により、目標値である 85 秒／１架を上回る 44.57 秒／１架が実現できた。

書籍タグの検出は、全リーダライタで並列処理が行われるため、書籍位置情報の更新は、ネットワークのオーバーヘッドや変更箇所の抽出、DB 更新の処理時間を加味しても、50 秒程度に収まると考えられる。

また、今回はリーダライタ１台に対し書棚１架であるが、仮に１リーダライタで２架を制御する構成にしても、１シーケンス 90 秒程度で処理できると予測され、利用者の利便性を大きく損なうことなくサービスが提供できると考えられる。

実験環境では、上記の通りの結果となったが、実運用時には書架数が大幅に増え、１つのリーダライタが２架を制御する方式となる予定であり、この環境での調整を含め、継続的に評価してゆく。

ｂ）検出率

書籍 240 冊を対象とした試行 100 回の検出率の結果は以下の通り。

①平均検出率

	検出冊数	検出率
平均	239.84冊	99.9％

②読み取り冊数の頻度分布

読み取り冊数	頻度	割合
240 冊	88 回	88%
239 冊	8 回	8%
238 冊	4 回	4%

ほとんどの試行で検出率 100%となっており、平均は 99.9%、目標値の 99%を上回る結果を得た。

239 冊、238 冊といったいわゆる棚単位の読み取り不正は全体の 12%であるが、書籍数単位であると、0.1%未満という結果であった。また、この読み取り不正は連続して発生しておらず、たとえ行き先不明と判断されても 44 秒後には発見され、正しい棚位置情報に戻る。

実験環境では、上記の通りの結果となったが、図書館内では利用者の書籍の扱い方によって背表紙の位置が大きくずれる等の状況が発生すると考えられる。また、実運用時には１つのリーダライタが２架を制御する方式となる予定であり、この環境での調整を含め、継続的に評価してゆく。

4．システムの概要

4．1　目的

未来型ライブラリシステムの目的は、各書籍に RFID タグを貼付し，書棚に設置したアンテナによって書籍タグを検出することによって書籍の配架位置を管理し、図書館の運営者および利用者に対して、書籍位置情報を活用したサービスを行うことである。

4．2　全体構成および概要

4．2．1　未来型ライブラリシステムの構成

未来型ライブラリシステムは

① RFID タグ付書籍を検知する書籍棚アンテナシステム

② RFID タグを貼付した書籍

③ アンテナによる RFID タグ検知結果を反映してサービスを行う図書管理システム

から構成される。

全体のシステム構成を図４．２－１に示す。

（１）　書籍棚アンテナシステムの構成

書籍棚アンテナシステムは棚板アンテナ、アンテナ切替器、リーダライタ装置から構成される。

アカデミーヒルズのライブラリでは、１書架に６段の棚の構成になっており，各棚に棚板アンテナを設置する。アンテナ切替器によって順次棚板アンテナを切り換え、各段ごとに書籍の RFID タグの情報を読み取りを行っていく。

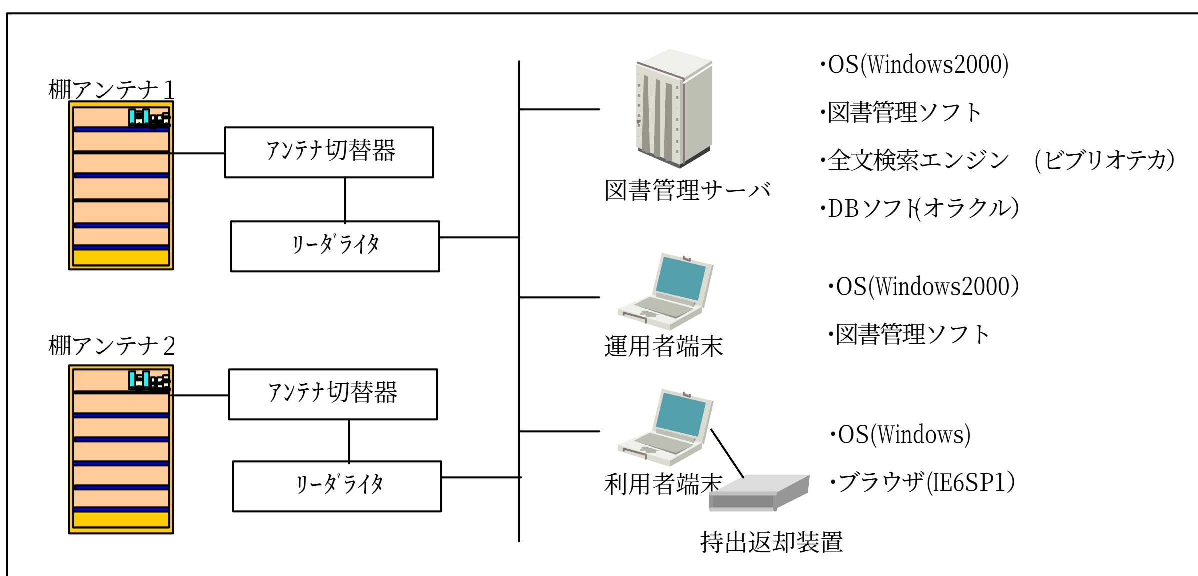


図４．２－１　システム構成図

（２） 図書管理システムの構成

図書管理システムは、図書館運営システムと配架監視システムから構成される。

図書館運営システムは、書誌情報の管理、利用者管理、持出／返却管理等の図書館の運営に必要な機能を提供する。また、利用者に対しては、書籍の検索等のサービスを提供する。

配架監視システムでは、定期的に書籍棚アンテナシステムを制御して、書籍の配架位置に関する情報の更新を行う。配架監視システムは、３．２で述べた技術開発の成果を使用して新規に開発を行った。

ハードウェアの構成としては、図書管理システムと配架監視システムを一台の PC サーバで稼動させている。書誌情報の登録、利用者管理等の運用者向け機能は、クライアントサーバ型の運用者端末によって提供する。書籍検索等のエンドユーザ向けサービスは、Web ブラウザを介して利用する。

（３） RFID タグ付書籍

書籍の RFID タグは、棚板アンテナによる検知が可能なように、書籍背表紙最下部に貼付する。外部から見えないようにカバーではなく書籍本体に貼ることとする。

タグ検知に使用する書籍の識別情報は、運用を簡便にするため、あらかじめ付与されたタグ固有の ID は使用せず、ユーザエリアにシリアルな書籍番号を書き込んで使用する。

また、タグの IC チップが破損した場合にも、持出返却等の運用が行えるように、書籍の裏表紙等、見える位置に書籍番号を印字したラベルも同時に貼付する。

アカデミーヒルズの蔵書は、初年度が 12,000 冊で、以後、半期に 5,000 冊程度増やす予定となっているが、書棚の総数が 140 架のため、最大 50,000 冊程度と想定される。よって、ユーザエリアに記述するシリアル番号については充分な余裕をみて７桁をとり、約 10,000,000 冊分までユニークに識別できるようにしている。ただし、各種データ処理を表計算ソフトで行う際の作業を簡便にするために、頭に ”1” を追加し、書き込む ID は計 8 桁とした。棚板アンテナによるタグの ID 読み込み時間を短縮するため、タグへのエンコードは 16 進数を使用する。

４．２．２　未来型ライブラリシステムの仕様／条件

各システムに関する要件を記述する。

（１）書籍棚アンテナシステム

ｉ）書架１架６段に設置された棚板アンテナを、６系等の切替え可能なアンテナ切替器を通してリーダライタ１台で制御する。

ii）処理対象となる書籍数：40 冊／段を想定（書籍幅：15mm 以上推奨）

iii）図書管理システムとの接続：リーダライタ装置を TCP/IP で接続

iv）アンテナを設置する棚板：サイズ　850×300×220mm、材質　ガラス

（２）図書管理システム

ｉ）書誌情報の管理、利用者管理、持出／返却管理等の図書館の運営に必要な機能を提供

ii）運用者端末において書誌データの取り込み、変更が可能

iii）書籍の現在の配架位置表示

iv）持出／返却装置にて持出／返却処理機能を提供

（３）RFID タグ付書籍

ｉ）書籍サイズ：厚さ 10mm以上（15mm以上を推奨)、高さ 350mm以下であること

ii）書籍形状：棚をはみ出す本、材質として金属を含む本、やわらかい本（雑誌等）は対象外である

iii）その他：CD、DVD 等が添付されていないこと

４．３　開発対象範囲

（１）書籍棚アンテナシステム

３．１において説明した書籍棚アンテナ技術を適用して、書籍に貼付した RFID タグが検出可能なループアンテナを配置した書棚２架の開発を行った。

開発した書棚では、６段の各棚板裏面にフィルム上アンテナを設置、書棚１架に対してリーダライタ装置１台を接続し、リーダライタ装置からアンテナ切替器を通して、１架分のアンテナを制御する。

（２）図書管理システム

図書管理システムの機能のうち、図書館運営システムに関しては、日立製作所における図書館関連の管理システムの技術要素を活用して、アカデミーヒルズにおけるライブラリ運営に必要な機能の開発を行った。尚、アカデミーヒルズでは利用者による書籍の持出返却の操作は行わないこととなったため、実運用時にはエンドユーザ端末では持出返却機能サービスは提供しない。

５．ソフトウェア開発の概要

５．１　ソフトウェアの概要

５．１．１　開発の目的

未来型ライブラリを図書館として機能させる図書館運営システムの開発を行った。ソフトウェア開発の目的は以下の２点である。

（１）図書館の運営者および利用者が、図書館業務に関する機能を容易に利用できること

（２）一定時間毎に書籍に貼付された RFID タグを検知するプログラムにより、迅速な書籍の現在位置を提供すること

５．１．２　開発概要

（１）図書管理用システム

図書管理システムは、C/S 型画面で動作する環境において、「カウンタ業務」「登録業務」「運用管理業務」の機能を提供する。

（２）エンドユーザ向けシステム

エンドユーザ向けシステムは、WEB ブラウザで動作する環境において、「持出」「返却」「検索」「利用状況」「書籍コメント登録」の機能を提供する。

（３）配架位置管理システム

１架６段の棚に設置された書籍に対して、書籍棚アンテナ用リーダライタによって書架毎に一括して検出処理を行う。リーダライタは１書架に１台接続する。書籍位置情報を常に監視し、最新の情報に保つ。

５．１．３　開発方法

本開発では図書管理システムおよびエンドユーザ向けシステムの書籍検索機能について当社のノウハウを活用し、本プロジェクトに適用して開発を行った。

配架位置管理システム、および RFID タグを利用したエンドユーザ向け持出返却機能については新規に開発した。

開発方法に関しては、当社にて顧客環境と同等の性能および容量をもった環境を構築し、機能要件に沿いシステムの開発を行った。また他社との連動部分については、当社開発環境を他社に持込あるいは他社から持込んで開発およびテストを行った。

５．２　　システム構成

（1）　ハードウェア構成（含むネットワーク構成）

（ａ）図書管理サーバ

項番	機　器　名	備　考
1	システム装置	ＣＰＵ：Ｐｅｎｔｉｕｍ4(２．４ＧＨｚ) メモリ：１ＧＢ ディスク容量：３６ＧＢ(論理容量)
2	ディスプレイ装置	１５インチＣＲＴ
3	キーボート	
4	マウス	
5	ＬＡＮボード	使用する Windows 2000 Server で動作可能なアダプタ。 １０Ｂａｓｅ－Ｔ又は１００Ｂａｓｅ－ＴＸタイプのもの
6	ＤＡＴチェンジャ	バックアップ用
7	ＣＤ－ＲＯＭ装置	ORACLE, Windows 2000 Server 等のインストール等で使用

（ｂ）運用者端末

項番	機　器　名	備　考
1	システム装置	ＣＰＵ：Ｐｅｎｔｉｕｍ4 (１．６ＧＨｚ) メモリ：２５６ＭＢ ディスク容量：４０ＧＢ
2	ディスプレイ装置	ＳＶＧＡ対応(800×600 ドットが表示可能なもの)
3	キーボード	
4	マウス	
5	ＬＡＮボード	Windows 2000 で動作可能なアダプタ。 １０Ｂａｓｅ－Ｔ又は１００Ｂａｓｅ－ＴＸタイプのもの

（ｃ）利用者端末(ナレッジＰＣ)

項番	機　器　名	備　考
1	システム装置	ＣＰＵ：Ｐｅｎｔｉｕｍ4(２．０ＧＨｚ) メモリ：１２８ＭＢ以上 ディスク容量：３０ＧＢ
2	ディスプレイ装置	ＳＶＧＡ対応(800×600 ドットが表示可能なもの)
3	キーボード	
4	ＬＡＮボード	使用する Windows 2000 またはWindows NT Workstation で 動作可能なアダプタ。 １０Ｂａｓｅ－Ｔ又は１００Ｂａｓｅ－ＴＸタイプのもの

（d）ネットワーク環境

図5．２－1に、ネットワーク環境の構成図を示す。

LAN 環境は、書籍棚アンテナシステムのリーダライタの仕様により 10M とする。

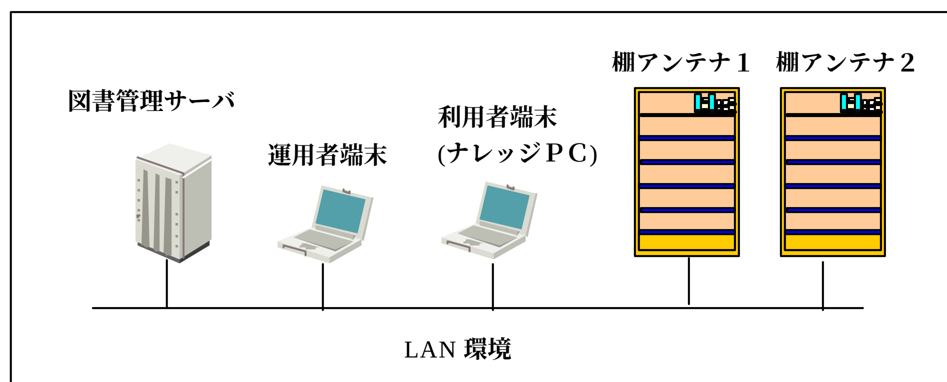


図5．２－1　ネットワークの構成

（2）　ソフトウェア構成

（a）図書管理システムサーバ

項番	名　称	備　　　考
1	Windows 2000 Server	オペレーティングシステム
2	Oracle9i Database Standard Edition R9.2.0	書誌データ管理用 DBMS
3	COBOL85 Run Time System Version 6	書誌登録プログラム実行用ランタイムライブラリ
4	MS-Access2000	書誌登録プログラム実行結果帳票出力用
5	Bibliotheca2 TextSearch Server Version 2	エンドユーザ向け全文検索エンジン
6	Bibliotheca2 TextSearch Extension Version 2	テキストデータの容量を拡張オプション 2.0GB拡張用
7	Bibliotheca2 TextSearch Dictionary	全文検索の検索用キーワード辞書 約11,000語の一般用語の同義語辞書
8	Bibliotheca2 TextSearch Gateway Version 2	WWWサーバ経由でBibliotheca2 TextSearch Serverにアクセスする場合のゲートウェイプログラム
9	Bibliotheca2 TextSearch Runtime Library Version 2	登録や検索を実行用ランタイムライブラリ
10	.NET Framework SDK	エンドユーザ向けシステム用ランタイムライブラリ
11	配架位置管理システム	配架位置情報の管理用システム（ユーザプログラム）
12	Power BuilderV6.5.1 Runtime Library	配架位置管理システムランタイムライブラリ
13	エンドユーザシステム	エンドユーザ用 WEB プログラム

（b）図書管理システムクライアント

項番	名　称	備　　　　　考
1	Windows 2000 Professional	オペレーティングシステム
2	Oracle9i Database Standard Edition R9.2.0 Client	Oracle9iDBMS 接続用クライアントシステム
3	図書管理システム	図書管理用システム（ユーザプログラム）
4	Power BuilderV6.5.1 Runtime Library	図書管理システムランタイムライブラリ

（c）運用者端末

項番	名　称	備　　　　　考
1	Windows XP	オペレーティングシステム
2	Internet Explorer　6.0　SP1	ブラウザ

５．３　ソフトウェアの機能構成

（1）図書管理用システム

区分	項　　目	内　　　　　容
カウンタ業務	持出・返却	・書籍の持出処理および返却処理を行う。 ・持出返却装置にて書籍データの読込み可能。 ・返却画面において当日実行した返却処理の履歴表示可能。
	検索	・タイトル，責任表示，件名，内容，分類番号，ＩＳBN等の検索キーにより，資料情報の検索を行う。 ・完全一致，前方一致検索が可能。 ・ＡＮＤ，ＯＲ，NOTの論理検索が可能。 ・カナ，漢字での検索が可能。 ・資料種別の異なる資料(図書，ＡＶ，雑誌)の混在検索が可能。 ・責任表示・出版社・件名のヘルプ入力機能あり。 ・検索中断機能あり。 ・利用者向けの図書カードイメージによる書誌照会画面表示が可能。 ・検索結果の一覧印刷が可能。 ・雑誌タイトルに対応して所蔵巻次等を一覧表示することが可能。 ・Ｊ－ＢＩＳＣとデータベースの連動検索が可能。
	利用者管理	・利用者の付随データの登録，検索，訂正，削除が可能。 ・利用者氏名を漢字入力すると自動的にカナ氏名も入力する簡易入力機能あり。 ・生年月日は，和暦／西暦のいずれでも管理可能。 ・利用者一覧の印刷が可能。 ・現在持出中の書籍一覧が確認可能。
登録業務	登録 (新規・追加)	・資料の登録処理が実行可能。 ・寄贈資料の登録処理が実行可能。 ・書誌情報のコピー機能あり。 ・Ｊ－ＢＩＳＣのオンラインダウンロード機能あり。
運用管理業務	コードデータ設定	・各種コードデータの登録，訂正処理が実行可能。
	持出条件設定	・各館の持出条件の設定が実行可能。
	休館日設定	・各館の休館日の設定が実行可能。 ・休館日ファイルは，持出処理の返却予定日設定時に参照する。

（２）エンドユーザ向けシステム

区分	項　　目	内　　　　容
持出	利　用　者チェック	・ナレッジＰＣ用接触ＩＣカードリーダライタにより、ＩＣカード内のＩＤ番号を読み込み、当システム内の情報と照合して、利用者を特定した後，延滞情報、のチェックを行う。 ・利用者の認証機能及び権限管理機能は、ナレッジＰＣのインフラ機能で実現するものとする。
	持出実行	・持出カウンターにおいて、持出返却装置用リーダライタより書籍の情報を読み込むことにより持出処理を行う。 ・読み込んだ書籍の情報に関するチェック（持出冊数上限）を行う。
返却	返却実行	・ナレッジＰＣ用接触ＩＣカードリーダライタにより、ＩＣカード内のＩＤ番号を読み込み、利用者を特定した後、返却処理を行う。
検索	検索	・検索項目はプルダウンにより選択可能 ・同義語、異表記展開が可能 ・カタカナの全角半角展開が可能 ・アルファベットの大文字小文字展開が可能
	書籍位置表示	・検索した書籍の位置情報を表示する。 ・フロアレイアウトを表示して棚位置を示すことが可能。当機能は登録業務の書籍情報登録機能により、予め登録された位置情報を示すものである。
その他	利用状況	・利用者本人の持出利用状況の参照を可能とする。
	書籍ｺﾒﾝﾄ登録	・検索した書籍情報に対して、感想等を自由な形式で登録することが可能。

（３）配架位置管理システム

区分	項　　目	内　　　　容
配架位置管理	配架位置管理機能	・サーバにて、書籍の位置を一定間隔で検索する機能を提供する。上記の仕掛けにより、全架の書籍位置情報を予め定期的にシステム内に蓄積しておき、エンドユーザからの検索処理要求時には、書籍位置情報を画面に表示する。

５．４　技術開発とソフトウェア開発の関連

主たる技術開発項目である書籍棚アンテナシステムおよび書籍位置管理システムは、インフラのレベルに属する技術である。図書館の管理者、利用者がその成果を利用するためには、これらのシステムを制御して書籍管理を行い、必要に応じてエンドユーザに書籍位置情報を提供する上位レベルのシステムが必要となる。

ソフトウェア開発では、一般的な図書館運営を行うための各種システムの中に、書籍位置管理に必要な要素を組み込み、全体として未来型ライブラリを機能させるためのプログラムの開発を行った。

５．５　インターフェース仕様の概要

外部システムとの連携機能は、会員認証連携と、会員情報連携の２つである。以下に概要を示す。

（１）会員認証連携

アカデミーヒルズサーバにて認証された会員の認証情報の妥当性を確認する。

（ａ）連携方法

（ｉ）「アカデミーメンバ」は、ブラウザで「AcademyHills Server」へアクセスし、ログイン認証を行う。

（ii）「アカデミーメンバ」は、表示されたメニューからライブラリシステムを選択。

（iii）選択された「ライブラリシステム」の Web 画面へ遷移する。このとき「AcademyHills Server」は「ライブラリシステム」へ認証情報を HTTP で渡す。

（iv）「アカデミーメンバ」は「ライブラリシステム」のサービスが利用可能となる。

（ｂ）連携方式およびデータ

（ｉ）「Academy WebServer」から「ライブラリシステム」に対しては「HTTP/GET」にて認証情報を引き渡す。

引き渡されるデータは以下の通り。

No.	項目名	項目名	型	詳細	例
1	id	メンバーID	文字列	10ﾊﾞｲﾄ固定	0123456789
2	time	現在日時	文字列	14ﾊﾞｲﾄ固定	yyyymmddhhmmss
3	code	MD5ハッシュ値	文字列	-	id+time+key(*1)

(*1)共通鍵（key）は予め配布される。

（使用例）

xxx.cgi?id=1234567890&time=20021107223459&code=8f657021831ba52f823c80daa6dadec1

（ii）「ライブラリシステム」では、get の引数を基に MD5 ハッシュ値を求めて、認証を行う。

（２）アカデミーヒルズ会員情報連携

アカデミーヒルズにて会員情報の登録、更新が行われた際にライブラリシステムの利用者情報にも反映させる。

（ａ）連携方法

（ｉ）「アカデミーメンバ」または「アカデミーオペレータ」が、「AcademyHills Server」にアクセスし、顧客情報の新規登録または修正等を行う。

（ii）「AcademyHills Server」から連携システムに対して顧客情報を配信する。

（ｂ）連携方式及びデータ

（ｉ）「AcademyHills Server」から「ライブラリシステム」に対しては「HTTP/POST」にて顧客情報を配信する。

引き渡されるデータは以下の通り。

No.	項目名	項目名	型	詳細	例
1	ﾓｰﾄﾞ	MODE	数値	1:新規または更新、9:無効	1
2	ID	PERSONAL_ID	文字列	10ﾊﾞｲﾄ固定	0123456789
3	性	FIRST_NAME	文字列	50ﾊﾞｲﾄ以下	山田
4	名	LAST_NAME	文字列	50ﾊﾞｲﾄ以下	太郎
5	せい	FIRST_NAME_KANA	文字列	50ﾊﾞｲﾄ以下	やまだ
6	めい	LAST_NAME_KANA	文字列	50ﾊﾞｲﾄ以下	たろう
7	性別	SEX	数値	1:男性　2:女性	1
8	誕生日	BIRTH	文字列	yyyymmdd	19600101
9	自宅郵便番号	HOME_POSTCD	文字列	50ﾊﾞｲﾄ以下	107-0052
10	自宅都道府県	HOME_PREFECTURAL	文字列	100ﾊﾞｲﾄ以下	東京都
11	自宅住所1	HOME_ADDRESS1	文字列	100ﾊﾞｲﾄ以下	港区赤坂２－１７－２２
12	自宅住所2	HOME_ADDRESS2	文字列	100ﾊﾞｲﾄ以下	赤坂ツインタワー本館８Ｆ
13	自宅電話番号	HOME_TEL	文字列	20ﾊﾞｲﾄ以下	03-3584-0088
14	自宅FAX番号	HOME_FAX	文字列	20ﾊﾞｲﾄ以下	03-3584-0595
15	ﾒｰﾙｱﾄﾞﾚｽ	EMAIL	文字列	100ﾊﾞｲﾄ以下	xxx@hitachi.co.jp
16	ﾁｪｯｸｻﾑ	CHECK_SUM	文字列	32バイト固定	a3dc5f842aee71479579507c40191aef

（c）チェックサムの生成方法

md5key を除く各項目に URLEncode を行た結果を結合してハッシュ値を算出する。

全てのパラメータの値 ＋ 共通鍵の結果から MD5 ハッシュ値を算出する。

（計算式）

（No.1 の値 + No.2 の値 + No.3 の値 + … + No.14 の値 + No.15 の値 ＋ md5Key(*2)）

(*2) 共通鍵（md5Key）は予め配布される

5．6 ソフトウェア開発の内容

技術開発に関連する配架位置管理システムについて記述する。

今までのライブラリシステムでの位置情報は、職員の手作業によるメンテナンスが必要であった。また利用者等が想定されている架以外に本を移動した場合、あるいは任意の架から本を抜き出したりした場合の対応がとれず、位置情報的には想定してある位置に存在することとして処理されていた。今回のシステム開発により、前記したオペレーションにも対応し、職員によるメンテナンスを必要とせずに、常に位置情報が最新の状態に保たれる。

（1） 機能説明

区分	項目	内容
配架位置管理システム	システムランチャー機能	・「実行」キークリックにより、設定ファイルにて登録されている、ＬＡＮ上に存在するリーダライタ配架位置監視機能プログラムを起動させる。「終了」キークリックにて処理を終了する。
	配架位置監視機能	・起動時に設定されたリーダライタに対して各棚ごとに書籍位置情報を監視する。１シーケンス毎に従前の位置情報と突合せし変更があった書籍位置情報を更新する。全ての棚の処理が終了したら、連続してまた最初の棚から順次監視を行う。

（2）入力データ

リーダライタ装置からの 16 進数で表現された書籍番号をアスキーコードに変換し、読み取った件数分連結された文字列情報。文字列長に関しては、読み取れた件数によるため、8 バイト単位の可変長である。

（3）出力データ

入力データを、8 バイトに区切り、当該書籍番号の位置情報を更新するが、出力データは特にない。

（4）例外条件および制約条件

特になし。

（5）特記事項（性能、容量）

特になし。

（6）機能ブロックの構成及び関連

特になし。

６．納品物

未来型ライブラリシステム開発に対応して作成した成果物および内容を下表に示す。

	納品物名	内容	備　考
1	外部設計書	棚アンテナシステムと図書管理システムの外部設計書	
2	内部設計書	棚アンテナシステムと図書管理システムの外部設計書	
3	結合試験設計書	棚アンテナシステムと図書管理システムの結合試験設計書	
4	結合試験報告書	上記試験報告書	
5	総合試験設計書	顧客ＤＢとのシステム連携試験の設計書	
6	総合試験報告書	上記試験報告書	
7	取り扱い説明書	未来型ライブラリシステムの取り扱い説明書	
8	保守説明書	未来型ライブラリシステムの保守説明書	

７．開発成果の普及方法

７．１　短期的（１～３年）な普及方策

普及に向けた初期の方策として、ニーズ面とシーズ面がある。

ニーズ面とは、図書館システムとして普及するにはという観点、シーズ面は、普及に応じた生産技術の確立である。

ニーズ面では、図書館全体を本開発システムで全面展開していくパターンと、部分的に展開していくパターンが想定される。前者については、本開発システムの最も特徴的な書籍自動位置検索機能により、蔵書点検業務の生産性の大幅改善を第一の目的とした図書館への普及を考える。

また、普及にともない、ニーズに対応した生産技術の効率化、改善が課題であり、平成15年度、アカデミーヒルズへの適用をベースに試行、検討していきたい。

７．２　長期的（５～１０年）な普及方策

長期的な普及に関しては、普及初期段階（１～3年間）で培った図書館分野への普及策の延長上の施策と、書籍だけでなく、棚で物を管理すると言った「棚管理応用システム」としての普及の可能性として捉えている。

他分野への応用としては、RFIDタグを付与する物との親和性（物理的にタグより小さい、磁気に影響を及ぼす金属などは不可）を考慮することと、投資対効果から考える。

現在、RFIDタグの利用分野として、流通業における在庫管理などが注目されているが、在庫の環境条件やロジスティクスが伴う場合などを考慮するとタグの耐久性についても言及しなければならない。

今後、経済産業省中心にICタグの標準化の動き、特にトレーサビリティの考えを実現していくと、さらに上記に上げた懸案事項の改善が課題となってくる。

本年度開発システムの利用環境を前提にすると、類似する適用業種・業態を上げるとレンタルビデオ店のVTR／DVD管理や企業ユースのトランクルームなどが考えられる。

今後、前述した経済産業省、ICタグ標準化の動きの中で検討、協議をすすめ、普及に努めていく。

８　実施計画書との整合性（対応表）

８．１　H14 年度実施計画書との対応表

該当資料の格納場所については、「Ｈ１４年度提出物（ＣＤ内容）一覧表」を参照の事。

項目	内　　容	検査方法	根拠資料番号
各部の仕様 ３．インテリジェント機能を有した未来型ライブラリ ア　内容（機能）			
a	書籍に小型ＲＦＩＤタグを装着し、大量な書籍の中から目的の書籍の位置や貸し出し状況を検索することができること。	各書籍にFIDタグを貼りつけ，書籍の中から目的とする書籍の位置を検索でき，利用状況を検索できる機能を有することの確認。	調査研究報告書"4.システムの概要 ” P44 調査研究報告書"3.3開発成果の評価(4)評価結果 ” P40
b	検索にあたって利用者はＩＣカードにより認証されたパソコンを使用するため利用者別に書籍の検索、貸し出し・返却の各履歴が記録されること。	ナレッジPCよりログインができることの確認。書籍の検索，貸出・返却の履歴の機能の確認。	結合試験項目兼報告書LBRK-B0004　図書管理システム取扱説明書④P7 ⑤P8
イ　技術			
a	定期的に書架と書籍の位置関係を書籍データベースに蓄積すること。	各棚板アンテナ毎に書籍位置情報を監視し,リーダライタ装置から返された書籍タグの検出結果をもとにDBを更新する書籍位置情報管理機能の開発の確認	調査研究報告書"3.2.2 技術開発の内容（３）” P36
b	書籍に装着された小型ＲＦＩＤタグの認証のため必要な書籍アンテナを開発すること。		調査研究報告書"3.1.2 技術開発の内容(2) ” P14
c	検索時間短縮を可能とするデータ処理機能を実現すること。	処理レスポンスを向上させる機能の確認	調査研究報告書"3.2.2 技術開発の内容（４）” P38
ウ　評価（性能）			
a	５００冊の中から特定の１冊を検索するときの精度と検索に要する時間を評価すること。	書籍棚アンテナシステムに接続されている全アンテナでの書籍タグ検出するまでの処理時間から検出に要する時間を確認。検索精度は検出結果と実際に書架に配架されている書籍をつき合せて確認。	調査研究報告書"3.3開発成果の評価(4)評価結果 ” P40

８．２　Ｈ１４年度提出物（ＣＤ内容）一覧表

ＣＤ４　未来型ライブラリサービス	
納品物リスト	納品物リスト.xls
1.基本設計書	
図書管理システム（エンドユーザ）基本設計書	図書管理システム（エンドユーザ)基本設計書.doc
図書管理システム（管理者向け）基本設計書	図書管理システム（管理者向け）基本設計書.doc
2.詳細設計書	
棚アンテナ	
アンテナ切替器製品仕様書	アンテナ切替器製品仕様書.doc
リーダライタ装置製品仕様書	リーダライタ装置製品仕様書.doc
各装置別外観図	各装置別外観図.doc
書籍棚外観図	書籍棚外観図.doc
棚型アンテナ製品仕様書	棚型アンテナ製品仕様書.doc
	(以下エビデンス省略)
3.試験計画・報告書	
結合試験（COM）報告書	結合試験（COM）報告書.doc
結合試験（LAN）報告書	結合試験（LAN）報告書.doc
結合試験計画書	結合試験計画書.doc
総合テスト仕様書／結果報告書	総合テスト仕様書／結果報告書.xls
読取り評価結果書	読取り評価結果書.doc
4.ソース・プログラム	
プログラム	
リリースファイル一覧	リリースファイル一覧.xls
	(以下ソース省略)
5.その他	
図書館管理システムエンドユーザ向け取扱説明書	取扱説明書エンドユーザ.doc
図書館管理システム管理者向け取扱説明書	取扱説明書管理者.doc
棚アンテナシステム取扱説明書	取扱説明書棚アンテナ.doc